

FUNKTIONELL-ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN
AN DEN ARTICULATIONES MEMBRI THORACICI
DER HAUSKATZE
(FELIS CATUS S. SILVESTRIS DOMESTICA)

SYLVA BRUGGER

Disbui. München
1987





Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Tieranatomie
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Lehrstuhl: Professor Dr. B. Vollmerhaus

FUNKTIONELL-ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN
AN DEN ARTICULATIONES MEMBRI THORACICI
DER HAUSKATZE
(FELIS CATUS S. SILVESTRIS DOMESTICA)

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Sylva Brugger
aus
München

München 1987

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. H. Zucker

Referent: Prof. Dr. B. Vollmerhaus

Korreferent: Priv.Doiz. Dr. Dr.habil. R. Köstlin

Tag der Promotion: 27. Februar 1987

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1. Literatur	2
1.1. Fleischfresser unter besonderer Berücksichtigung der Katze	2
1.1.1. Knöcherner Grundlage	2
1.1.2. Bandapparat	3
1.1.3. Gelenkkapsel und Gelenkhöhlen	4
1.1.4. Bewegungsumfang	5
1.1.5. Bewegungsvorgang	6
1.2. Andere Tierarten, Mensch	6
2. Material und Methodik	9
2.1. Deskriptiver Teil	9
2.2. Funktioneller Teil	10
3. Deskriptive Beschreibung	15
3.1. Knöcherner Grundlage	15
3.1.1. Distales Ende der Skapula	15
3.1.2. Proximales Ende des Humerus	17
3.1.3. Distales Ende des Humerus	19
3.1.4. Proximales Ende des Radius	21
3.1.5. Proximales Ende der Ulna	22
3.1.6. Distales Ende des Radius	24
3.1.7. Distales Ende der Ulna	25
3.1.8. Ossa carpi	26
3.1.8.1. Os carpi intermedioradiale	27
3.1.8.2. Os carpi ulnare	29
3.1.8.3. Os carpi accessorium	30
3.1.8.4. Os carpale primum	31
3.1.8.5. Os carpale secundum	32
3.1.8.6. Os carpale quartum	33

3.1.8.7. Os carpale quartum	35
3.1.8.8. Os sesamoideum M. abductor pollicis longus	36
3.1.9. Ossa metacarpalia	37
3.1.9.1. Proximales Ende des Os metacarpale primum	37
3.1.9.2. Proximales Ende des Os metacarpale secundum	38
3.1.9.3. Proximales Ende des Os metacarpale tertium	39
3.1.9.4. Proximales Ende des Os metacarpale quartum	40
3.1.9.5. Proximales Ende des Os metacarpale quintum	42
3.2. Bandapparat	43
3.2.1. Bänder des Schultergelenks	43
3.2.2. Bänder des Ellbogengelenks	45
3.2.3. Weitere Verbindungen der Unterarmknochen	48
3.2.4. Bänder des Handwurzelgelenks	49
3.2.4.1. Ligamenta collateralia	49
3.2.4.2. Ligamenta antebrachioarpea	50
3.2.4.3. Ligamenta intercarpea	51
3.2.4.4. Ligamenta carpometacarpea	52
3.2.4.5. Bänder des Os carpi accessorium	53
3.3. Gelenkkapsel und Gelenkhöhle	57
3.3.1. Articulatio humeri	57
3.3.2. Articulatio cubiti	57
3.3.3. Articulatio carpi	58
3.3.3.1. Articulatio antebrachioarpea	59
3.3.3.2. Articulatio mediocarpea	59
3.3.3.3. Articulationes carpometacarpeae	60
3.3.3.4. Articulationes intercarpeae	60

4.	Funktionelle Betrachtungen	61
4.1.	Bewegungsumfang	61
4.1.1.	Schultergelenk	61
4.1.2.	Ellbogengelenk	62
4.1.3.	Unterarm	63
4.1.4.	Karpalgelenk	63
4.2.	Beschreibung des Bewegungsvorgangs	66
4.2.1.	Schultergelenk	67
4.2.3.	Radioulnargelenke	68
4.2.4.	Karpalgelenk	68
4.3.	Krümmungsverhalten der Gelenkkörper	72
4.3.1.	Articulatio humeri	72
4.3.2.	Articulatio cubiti	76
4.3.3.	Articulationes radioulnares	79
4.3.4.	Articulatio carpi	82
4.3.4.1.	Articulatio antebrachioacarpea	82
4.3.4.2.	Articulatio mediocarpea	86
4.3.4.3.	Articulatio carpometacarpea	94
4.3.4.4.	Articulationes intercarpeae	103
4.3.4.5.	Articulatio ossis carpi accessorii	105
4.3.4.6.	Articulationes intermetacarpeae	107
5	Diskussion	108
5.1.	Knöcherne Grundlage	108
5.1.1.	Distales Ende der Skapula	108
5.1.2.	Proximales Ende des Humerus	108
5.1.3.	Distales Ende des Humerus	109
5.1.4.	Proximales Ende des Radius	110
5.1.5.	Proximales Ende der Ulna	110
5.1.6.	Distales Ende des Radius	111
5.1.7.	Distales Ende der Ulna	111
5.1.8.	Ossa carpi	112

5.1.9. Ossa metacarpalia	113
5.2. Bandapparat	113
5.2.1. Bänder des Schultergelenks	113
5.2.2. Bänder des Ellbogengelenks	114
5.2.3. Weitere Verbindungen der Unterarmknochen	115
5.2.4. Bänder des Karpalgelenks	116
5.2.4.1. Ligamenta collateralia	116
5.2.4.2. Ligamenta antebrachioacarpea	117
5.2.4.3. Ligamenta intercarpea	117
5.2.4.4. Ligamenta carpometacarpea	118
5.2.4.5. Bänder des Os carpi accessorium	119
5.3. Gelenkkapseln und Gelenkhöhlen	119
5.3.1. Schultergelenk	119
5.3.2. Ellbogengelenk	120
5.3.3. Karpalgelenk	121
5.4. Bewegungsumfang	123
5.4.1. Schultergelenk	123
5.4.2. Ellbogengelenk	123
5.4.3. Unterarm	124
5.4.4. Karpalgelenk	124
5.5. Bewegungsvorgang	125
5.5.1. Schultergelenk	125
5.5.2. Ellbogengelenk	126
5.5.3. Radioulnargelenke	126
5.5.4. Karpalgelenk	127
5.6. Krümmungsverhalten der Gelenkkörper	128
6. Zusammenfassung	130
6. Summary	134
7. Literaturverzeichnis	138

Einleitung

Grundlage aller Bewegungsstudien muß neben der funktionellen Analyse eine detaillierte morphologische Untersuchung sein. Im Mittelpunkt stehen dabei die Gelenke.

Erst Ende des letzten Jahrhunderts erlangte die Gelenkmorphologie die ihr gemäße Rolle. In der Tiermedizin wurde dabei das Pferd vorrangig behandelt. An zweiter und dritter Stelle rangieren Rind und Hund.

Die Gelenke der Katze wurden erstaunlicherweise lange Zeit vernachlässigt. Erst in den letzten Jahren wurde ihnen mehr Bedeutung zugemessen. Das entspricht der steigenden klinischen Bedeutung dieses Tieres. Dabei können gerade die Gelenkbewegungen der Katze von hohem Interesse sein, weil bei ihr die Lokomotion vielgestaltiger ist als bei anderen Haussäugetieren. Neben der einfachen Fortbewegung nehmen Schleichen, Klettern und Springen eine bedeutende Rolle im Leben der Katze ein. Wie LEYHAUSEN (1973) beobachtete, unterscheidet sich die Katze durch ein weiteres hervorstechendes Merkmal von anderen Karnivoren: Das Schlagen der Beute mit der Pfote.

Mir wurde die Aufgabe gestellt, Morphologie und Funktion der Gelenke der Vordergliedmaße der Katze zu untersuchen.

1. Literatur

1.1 Fleischfresser unter besonderer Berücksichtigung der Katze

Einzeldarstellungen der Gelenke der Vordergliedmaße der Katze, wie sie für die anderen Tierarten üblich sind, fehlen bisher in der deutschsprachigen Literatur. Die Gelenke der Katze werden nur anlässlich der Beschreibung derer des Fleischfressers nebenbei erwähnt. In der angloamerikanischen Literatur hingegen existieren getrennte Monographien für Hund und Katze, wobei in letzteren die Gelenkbeschreibung unvollständig ist.

1.1.1. Knöcherne Grundlage der Vordergliedmaße der Katze

In den einschlägigen Lehrbüchern der Veterinäranatomie wird dem Katzenskelett kein oder nur sehr begrenzter Raum gegeben. Erste Anfänge, Besonderheiten der Katze zu erwähnen, finden sich 1892 bei FRANCK. Er beschreibt am Katzenhumerus das Fehlen des Foramen supratrochleare und " über dem Beugeknorren einen Spalt." Diesen " Spalt " finden wir bei MÜLLER (1896) als Foramen supracodylare wieder. Während MARTINS (1912) Lehrbücher auf die Katze nicht eingehen, bildet ZIETZSCHMANN (1943) die Skapula einer Katze ab und erwähnt im Text die Katzenknochen, die Schulter- und Ellbogengelenk bilden. Bei NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) werden alle Gliedmaßenknochen der Katze mit Ausnahme der Karpalknochen dokumentiert und einige Besonderheiten im Text erwähnt. Wesentlich stärker gehen die folgenden Lehrbuchautoren auf das Katzenskelett ein: LEACH (1952) sucht Parallelen und Unterschiede zwischen der Anatomie von Katze und Mensch. Bei der Beschreibung der Knochen geht er jedoch nicht auf die gelenknahen Bereiche ein. Eine grobe Beschreibung des Katzenskeletts veröffentlichen auch HUGHES/DRAWSFIELD(1953). TAYLOR/WEBER (1965) nehmen die Katze als Beispiel einer funktionellen Betrachtung der Säugeranatomie. Auch hier werden die Knochen nur grob beschrieben. FIELD/TAYLOR (1969) bilden das

Vordergliedmaßen skeletts fotografisch ab. Im Text werden die beteiligten Knochen nur aufgezählt. ULMER/HAUPT/HICKS (1971) beschreiben die Knochen und stellen sie bildlich dar. Details der Gelenkflächen fehlen. Besonders McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) bieten eine ausführliche Beschreibung des Vordergliedmaßen skeletts, weichen jedoch bei den Hand- und Mittelfußknochen nicht von der Kurzbeschreibung ihrer Vorgänger ab. Im vergleichenden Lehrbuch von BARONE (1980) handelt der Autor die Katze gesondert ab; auch er läßt eine detaillierte Beschreibung der Karpalknochen vermissen. Von hohem praktischen Wert ist die Röntgendarstellung der Gliedmaßenknochen bei SCHEBITZ/WILKENS (1977).

Einzelarbeiten betreffen jeweils einzelne Details des Katzen skeletts. So trägt ZIMMERMANN 1910 die damaligen Kenntnisse über die Ellbogengelenkflächen der Haussäugetiere einschließlich der Katze zusammen. KOLWE (1920) beschreibt ausführlich die Gelenkflächen zwischen Radius und Ulna der Katze. Die Größe des Processus coracoideus der Haussäugetiere einschließlich der Katze vergleicht VAU (1933). Die Ossifikationsvorgänge am Vordergliedmaßen skelett der Katze stellen SCHAEFFER (1932) und HORVATH (1983) vor.

1.1.2. Bandapparat bei Hund und Katze

Schon FRANCK (1892) beschreibt beim Fleischfresser ein Band, das den Ursprung der Sehne des M. biceps brachii überbrückt. Eine schematische Abbildung des Ellbogengelenks der Katze zeigt LEACH (1952). Im Text geht er allerdings nicht näher auf die abgebildeten Bänder ein. In Fadyman's Osteology and Arthrology beschreiben HUGHES/DRAWSFIELD (1953) die Gelenke von Hund und Katze, ohne auf die Unterschiede zwischen beiden Spezies



einzu-gehen. TAYLOR (1959) erwähnt die Verstärkungszüge am Schultergelenk des Hundes und bildet sie ab. BRADLEY (1959) geht zusätzlich auf den Bandapparat des Ellbogen und Karpalgelenkes des Hundes ein. KOCH (1960) differenziert bei der Beschreibung der Bänder ebensowenig wie ZIETZSCHMANN (1943) zwischen Hund und Katze. Dagegen bieten McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) eine ausführliche Darstellung der Bänder von Schulter- und Ellbogengelenk der Katze. Die Beschreibung der Bänder des Karpalgelenks ist weniger genau. Den Bandapparat an der Vordergliedmaße des Hundes stellen EVANS/CHRISTENSEN (1979) übersichtlich dar. BARONE (1980) hebt unterschiedliche Details an den Bändern von Hund und Katze hervor. Die Bänder des Ellbogengelenks der Katze werden abgebildet. Bei NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) wird nicht näher auf den Bandapparat der Katze eingegangen.

Folgende Einzelarbeiten befassen sich mit dem Bandapparat der Vordergliedmaße des Hundes: SÜPPEL (1921) untersucht die Bänder an Schulter-, Ellbogen- und Karpalgelenk. Seine Beschreibung geht auch auf Details ein. Die Stärke der Bandzüge wird gemessen. HENSCHEL (1973) untersucht das Ligamentum radioulnare. Die Bänder, die zwischen den Unterarmknochen verlaufen, beschreiben VOLLMERHAUS/ROOS (1980).

1.1.3. Gelenkhöhle und Gelenkkapsel bei Hund und Katze

FRANCK (1892) stellt fest, daß die Sehne des M. biceps brachii beim Fleischfresser innerhalb der Gelenkkapsel des Schultergelenks verläuft. Außerdem erwähnt er die Kommunikation der unteren beiden Etagen des Karpalgelenkes. BRADLEY (1959) und auch TAYLOR (1959) geben eine grobe Übersicht der beim Hund vorhandenen Gelenkkapseln, ohne auf die Ansatzlinien und Aus-sackungen einzugehen. Auch HUGHES (1953) und KOCH (1960)

stellen die Gelenkkapselverhältnisse nur unvollkommen dar. McCLOURE/DALLMAN/GARETT (1973) dagegen beschreiben die Gelenkkapseln an den Gelenken der Vordergliedmaße der Katze. Für den Hund erscheint 1979 wieder eine ausführliche Darstellung von EVANS/CHRISTENSEN. Die Autoren behandeln auch Ausbuchtungen der Gelenkkapseln, die Verbindung der Kapsel zum umliegenden Gewebe, sowie die Kommunikation der einzelnen Abteilungen des Karpalgelenks. BARONE (1980) erwähnt Besonderheiten beim Hund. Auf die Katze geht er bei der Beschreibung der Gelenkkapseln und Gelenkhöhlen nicht ein.

Die erste ausführliche Beschreibung der Gelenkkapseln der Vordergliedmaße des Hundes erscheint 1921 von SÜPPEL. Er untersucht die Ansatzlinien der Gelenkkapseln, ihre Aussackungen und ihre Verbindung zu den umliegenden Muskeln, ebenso wie die Kommunikation der einzelnen Gelenksabteilungen miteinander. Von VOLLMERHAUS, et al. erscheinen 1981 zwei Veröffentlichungen, in denen die Ansatzlinien der Gelenkkapseln am Humerus und an den Unterarmknochen des Hundes ausführlich beschrieben und abgebildet werden.

1.1.4. Bewegungsumfang

MARTIN (1912) gesteht dem Fleischfresser, " namentlich der Katze " , eine größere Beweglichkeit im Schultergelenk zu als den anderen Haussäugetieren. YALDEN (1970) vergleicht den Bewegungsumfang der einzelnen Etagen des Karpalgelenkes bei verschiedenen Karnivoren. Am anatomischen Präparat untersucht KOLWE (1920) den Bewegungsumfang zwischen Pronation und Supination bei der Katze. EVANS/CHRISTENSEN (1979) geben den Bewegungsumfang bei der Supination der Hundepfote an. Außerdem stellen sie fest, daß die beiden oberen Etagen den größten Anteil am Bewegungsumfang des Karpalgelenkes haben. Der Bewegungsumfang des Ellbogengelenkes verschiedener Hunderassen wird von VOLLMERHAUS, et al. (1983) untersucht.

1.1.5. Bewegungsvorgang

1902 führt MUYBRIDGE die Momentfotographie als wertvolles Hilfsmittel zur Analyse von Bewegungsvorgängen beim Tier ein. EVANS/CHRISTENSEN (1979) geben die Bewegungsrichtungen für die Vordergliedmaße des Hundes an. KOLWE (1920) äußert sich zur Bewegung der Unterarmknochen umeinander. Dabei führt er seine Ermittlungen an der Katze durch. 1970 untersucht YALDEN die Bewegungsmöglichkeiten am Karpus verschiedener Karnivoren, wobei er sich auf morphologische Grundlagen stützt. Bei GONEYA (1978) findet sich eine ausführliche Beschreibung des Bewegungsvorganges im Ellbogengelenk einiger Feliden.

1.2. Andere Tierarten, Mensch

Die Literatur über die Gelenke der Vordergliedmaße anderer Tierarten und des Menschen ist wesentlich ergiebiger. Vor allem das Pferd wurde wegen seiner Bedeutung in der Tiermedizin besonders berücksichtigt.

1908 vergleicht ZNINIEWICZ die Anatomie und Mechanik des Schultergelenkes von Pferd und Rind. Neben der Beschreibung morphologischer Grundlagen macht er auf den Bewegungsumfang und die Krümmung der Gelenkkörper aufmerksam. KUSKE (1912) untersucht das Schultergelenk des Pferdes erneut.

1898 erkennt DU BOIS-REYMOND bei seinen Untersuchungen über das Ellbogengelenk des Pferdes, daß sich die Ligamenta collateralia exzentrisch einpflanzen. Das führt seiner Ansicht nach zum Federungsphänomen in diesem Gelenk, das daher von FICK (1910) "Schnappgelenk" genannt wird. PREZIUSO (1923) befaßt sich erneut mit dem Phänomen des Schnappens im Ellbogengelenk des Pferdes. 1925 sieht AICHEL den Grund für die Federung ausschließlich in der elastischen Kompression des Knorpels. Diese Ansicht teilt BRUNI (1925) nicht. Er sieht die Ursache in der Elastizität der Seitenbänder. Dem anschließenden Streit

setzt erst PALMGREN (1928) ein Ende. Er weist nach, daß sowohl die Elastizität der Bänder und die Knorpelkompression, als auch die unterschiedlichen Radien der Gelenkkörper für das Federungsphänomen verantwortlich sind.

STOSS (1923) stellt die Anatomie und Kinematik aller drei Gelenke der Vordergliedmaße des Pferdes ausführlich dar. Zur Analysierung von Gelenkbewegungen verwendet er einen Gelenkglobus, wie er zum erstenmal von ALBERT (1876) vorgestellt wurde. KADLETZ (1935) macht Angaben über die Gliedmaßenstellung bei Gangarten des Pferdes. Ergänzt werden die Ausführungen über die Gelenke der Vordergliedmaße des Pferdes vom Beitrag FEHERS (1958) zur Statik und Dynamik der vorderen Extremität des Pferdes.

Morphologische und funktionelle Untersuchungen am Buggelenk des Rindes veröffentlicht GRUSSENDORF (1932). Das Karpalgelenk des Rindes wird von SCHRAML (1931) bearbeitet.

Mit dem Ellbogengelenk der Ziege beschäftigt sich BÖKER (1925). Er stellt fest: " Von einer Ruhe- oder Mittelstellung mit gleichmäßiger Entspannung der Bänder kann man bei der Ziege nicht sprechen.

REMIGER (1953) faßt bisherige Kenntnisse über die Verbindungen der Gliedmaßen in funktioneller Sicht zusammen.

WISSDORF (1965) befasst sich mit dem Ellbogengelenk des Schweines. Das Karpalgelenk des Schweines wird 1966 von WISSDORF/NEURAND bearbeitet. 1970 folgt eine Darstellung des Schultergelenkes von KLUG-SIMON, et al.

Mit der Bestimmung des Bewegungsumfanges an den Extremitäten des Kalbes beschäftigt sich BRUNNER (1983). Eine erweiterte Darstellung dieser Problematik erscheint 1985 von VOLLMERHAUS/ROOS.

Die erste Darstellung des Bewegungsumfanges im Schultergelenk des Menschen hat nach Deutung KNESEs (1950) ALBRECHT DÜRER im Jahre 1506 angefertigt. Die Zeichnung (WINKLER, 1936) hängt heute im London British Museum. Inzwischen werden die Gelenke des menschlichen Armes in Lehr- und Handbüchern ausführlich behandelt. Erwähnt seien: BRAUS/ELZE 8 1954), BENNIGHOFF/GOERTTLER (1968), ROHEN (1977) und TITTEL (1981).

STRASSER (1893) veranschaulicht die Bewegungen im Kugelgelenk mit Hilfe des schon erwähnten Gelenkglobus nach ALBERT (1876). Die übrigen Gelenke behandelt er 1908 in einem Lehrbuch. Die Darstellung der Bewegungen auf einem Kugelgradnetz wird von R. FICK (1910) übernommen. Er führt die Normalstellung als Ausgangsstellung für die funktionelle Untersuchung von Gelenken ein. Von ihm erschienen u.a. Einzelarbeiten über folgende Gebiete: 1927 über den Bewegungsumfang im Schultergelenk, 1928 eine Zusammenfassung über Fragen der Gelenkmechanik und 1931 über die Schnappgelenke. KNESE (1950) rollt die Diskussion über die Kinematik der Gelenke erneut auf. Er kritisiert, daß A. FICK(1854) und seine Nachfolger die Gelenkbewegungen nach technischen und nicht nach anatomischen Gesichtspunkten betrachten. KNESE widerlegt dessen These vom menschlichen Bewegungsapparat als " genial erdachte, aber nachlässig ausgeführte Maschine, in der alles etwas schlottert und wackelt " Für KNESE ist die Inkongruenz der Gelenkflächen kein Nachteil für den Bewegungsapparat, sondern die Voraussetzung für eine Vielzahl von Bewegungen. Ferner führt er die Bewegung auf einer Führungslinie als eine Grundlage der Gelenkbewegung ein. Er stellt fest daß die Bewegungsbahnen der distalen Gliedpunkte nie auf einer Ebene bleiben, sondern immer eine Kurve durch den Raum beschreiben. Außerdem beweist er, daß ein Zusammenhang zwischen der Krümmung der Gelenkkörper und den Bewegungsbahnen besteht. RUSSE/GERHARDT/ RUSSE (1982) entwickeln die heute in der orthopädischen Praxis übliche Form der Gelenkmessung nach der Neutral-Null-Methode.

2. Material und Methodik

Für die vorliegende Arbeit wurden Gelenke der Vordergliedmaßen von 35 erwachsenen Katzen untersucht (12 lebende, 23 tote, 14 weiblich, 21 männlich).

2.1. Deskriptiver Teil

2.1.1. Die Knochen von 10 Vorderextremitäten erwachsener Katzen wurden isoliert und unter ständiger Kontrolle der schrittweisen Mazeration unterzogen. Von den mazerierten Knochen wurden Fotografien angefertigt, die als Zeichengrundlage dienten. Um proportionsgerechte Zeichnungen zu erhalten wurde ein Umzeichnungsprojektor verwendet. Die einzelnen Knochen wurden untersucht und beschrieben. Die Ulna wurde in Höhe der Incisura radialis quer durchgesägt, um die Lage der Incisura radialis zu bestimmen (GONEYA, 1977).

2.1.2. Zur Präparation des Bandapparates wurden die enthäuteten Vorderextremitäten von 7 ausgewachsenen Katzen zwei Tage lang in Formalinlösung fixiert. Anschließend erfolgte die Präparation mittels Skapell, Augenschere und Splitterpinzette. Die Präparation des Karpalgelenkes erfolgte unter Lupenvergrößerung. Von den Fotografien der Präparate wurden proportionsgerechte Zeichnungen angefertigt. Das Ligamentum collaterale laterale des Ellbogengelenkes und das Ligamentum olecrani wurden histologisch untersucht.

2.1.3. Die Untersuchung von Gelenkhöhlen und Gelenkkapseln erfolgte nach Tuscheinjektion an jeweils 8 frischen Gelenken. Hierbei traten Ausackungen der Gelenkkapseln hervor. Nach Absaugen der Tusche wurden die Präparate in 10% Formalinlösung gelegt.

Nach zwei Tagen wurden die Gelenkkapseln der fixierten Präparate an ihrer Ansatzlinie, bis zu der die Tuschefärbung reichte, abgetragen. Da die Tusche vom Gelenkknorpel abwaschbar ist, konnte so auch dessen genaue Ausdehnung bestimmt werden. Die Injektionen wurden folgendermaßen durchgeführt:

Schultergelenk: Am leicht gebeugten Gelenk erfolgte der Einstich zwischen Akromion und Tuberculum majus.

Ellbogengelenk: Die Injektion erfolgte in der Fossa olecrani von kaudolateral nach distal.

Karpalgelenk: Am Arm-Vorderfußwurzelgelenk wurde von dorsolateral zwischen die Strecksehnen des M. extensor digitalis communis und des M. extensor carpi radialis in das gebeugte Gelenk injiziert. Am Vorderfußwurzel-Mittelgelenk wurde von mediodorsal bei stark gebeugtem Gelenk horizontal eingestochen. Die Injektion erreichte auch den distalen Gelenkspalt.

2.2. Funktioneller Teil

2.2.1. Die Messung des Bewegungsumfanges wurde in Anlehnung an RUSSE/GERHARDT/RUSSE (1982) an 12 anatomischen Präparaten mit dem Standardgoniometer* und an 12 lebenden Katzen, von denen 6 sediert wurden, mit einem zweischenkligen Winkelmesser** vorgenommen. Das Standardgoniometer erwies sich bei der Untersuchung lebender Katzen als zu unhandlich.

*Standardgoniometer: Vertrieb durch: Orthopedic GmbH. Postfach

2300 Kiel

**
zwischenkliger Winkelmesser Nr. 59-59 der Firma Faber-Castell,
der im Fachhandel für Zeichenbedarf erhältlich ist

Zur Gelenkmessung und ihrer Notierung:

Ausgangsstellung für die Messung am Tier ist nicht die von RUSSE/GERHARDT/RUSSE (1982) definierte Neutral-Null-Stellung, die der anatomischen Grundstellung des Menschen entspricht, sondern der Standwinkel (VOLLMERHAUS/ROOS, 1985).

Bewegungsebenen: Die Bewegungen werden zur Sagittalebene und zur Ebene, in der Abduktion und Adduktion ausgeführt werden, in Beziehung gebracht; d.h. sie verlaufen in einer dieser Ebenen oder parallel dazu. Die Messung in der Transversalebene entfällt bei der Vordergliedmaße der Katze. Als weitere Möglichkeit kommt die Rotation dazu. Dementsprechend wird dem Bewegungsumfang der Buchstabe S, A oder R vorangestellt.

Reihenfolge der Notierung: Jede Bewegung wird mit drei Zahlen notiert. Extension und Abduktion zuerst, der Standwinkel als zweites und zuletzt die Flexion bzw. Adduktion.

Meßmethode:

Schultergelenk:

In S : Der Mittelpunkt des Goniometers wird am Tuberculum majus, der feste Schenkel am Akromion und der bewegliche am Epicondylus lateralis humeri, angelegt.

In A: Der Mittelpunkt des Goniometers liegt kaudal am Tuber olecrani. Der feste Schenkel zeigt senkrecht nach unten. Der bewegliche folgt der Gliedmaße, die vom Körper weggezogen bzw. zu ihm hingeführt wird.

R: Die Gliedmaße wird im Ellbogengelenk gebeugt und nach vorn

gezogen, so daß sich die Achse des Unterarmes parallel zum Boden und in der Sagittalebene zum Körper befindet. Der Mittelpunkt des Goniometers wird an der Unterseite des Tuber olecrani angesetzt. Der feste Schenkel befindet sich in der Sagittalebene, während der bewegliche dem Unterarm, der in der Horizontalebene bewegt wird, folgt.

Ellbogengelenk:

In S: Der Mittelpunkt des Goniometers wird am Epicondylus lateralis humeri, der feststehende am Tuberculum majus und der bewegliche am Processus styloideus ulnae, angelegt.

Unterarm:

Drehung im Unterarm (Supination, Pronation): Ausgangsstellung ist die Pronationsstellung bei rechtwinklig gebeugtem Ellbogengelenk. Der Mittelpunkt des Goniometers liegt der Phalanx distalis des 3. Fingers an. Der feststehende Schenkel zeigt senkrecht nach oben. Der bewegliche folgt dem 2. Finger während der Drehung im Unterarm.

Karpalgelenk:

In S: Das Goniometer wird an der Beugeseite des Gelenkes angelegt. Sein Mittelpunkt liegt zwar nicht über dem Drehpunkt, aber die Ergebnisse sind reproduzierbar (BRUNNER, 1984).

In A: Die Gliedmaße ist gestreckt und die Pfote zeigt senkrecht nach unten. Der Mittelpunkt des Goniometers liegt am Os carpi ulnare. Der feststehende Schenkel zeigt senkrecht nach unten, während der bewegliche der Längsachse des Os metacarpale quartum folgt. Dabei wird die Pfote zum Körper hin bzw. von ihm weg geführt.

An der lebenden Katze und am Muskelpräparat kann der Bewegungsumfang der einzelnen Etagen des Karpalgelenkes nicht gemessen werden. Daher wurden Messungen an 4 frischen Bänderpräparaten vorgenommen, bei denen abwechselnd die einzelnen Teilgelenke fixiert wurden. Aus der Verringerung des Bewegungsumfanges wurde dann auf den Bewegungsumfang des jeweiligen Einzelgelenkes geschlossen.

2.2.2. An fünf Präparaten des Bandapparates wurden Bewegungsversuche durchgeführt. Die Präparate wurden mit Hilfe eines Bohrers von 0,5 mm Durchmesser an geeigneten Stellen durchbohrt und mit Stahlstiften in verschiedenen Stellungen fixiert. So konnte bei zusammengesetzten Gelenken der Anteil der Einzelgelenke am gesamten Bewegungsvorgang dargestellt werden. Um das Zusammenspiel der Teilgelenke abschätzen zu können, wurden Bewegungsversuche mit künstlicher Hemmung der Einzelgelenke durchgeführt.

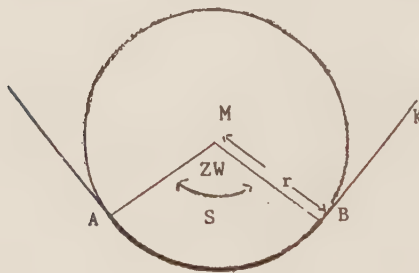
2.2.3. Dem Vorgehen BLÜML's (1983) folgend wurden mit der Abdruckmasse Optosil^R* Abdrücke der Gelenkflächen hergestellt. Die Kontaktpunkte benachbarter Gelenkflächen wurden mit Hilfe von Okklusionspapier^R ermittelt. Die Verbindungslinie der Kontaktpunkte wird als Führungslinie des Gelenkes bezeichnet. Von den Schnitten der Optosilabdrücke entlang der Führungslinien wurden Stempelabdrücke angefertigt. Die mit Hilfe des Umzeichnungsprojektors hergestellten Vergrößerungen der Stempelabdrücke dienten der Ermittlung der Krümmungsverhältnisse. Dazu wurde folgendermaßen vorgegangen: Um die Krümmung einer Kurve, d.h. den Biegungszuwachs längs einer bestimmten Strecke zu bestimmen, kann man als Hilfsmittel den Kreis verwenden, der

* Optosil^R : Farbenwerke Bayer AG, Leverkusen
Okklusionspapier^R, mikrodünn: Dr. Jean Bausch KG, Köln

als gleichförmige Kurve bezeichnet werden kann, die in allen Kurvenpunkten denselben Halbmesser besitzt. Dazu wird die zu bestimmende Kurve in zwei oder mehr Teilstücke zerlegt. Diesen Teilstücken wird ein sogenannter "Schmiegunskreis" eingeschrieben, der sich der Kurve möglichst genau anschmiegt. Sein Halbmesser dient als Maß für die Krümmung. Zur Charakterisierung der Strecke, in der Kurvenstück und Kreisbogen übereinstimmen, bedient man sich des Zentriwinkels des dazugehörigen Kreissektors.

Schema zur Erläuterung des Begriffes der Kurvenkrümmung
(BLÜML 1983)

K zu messende Kurve,
AB Bogen, der mit dem Schmiegunskreisbogen übereinstimmt,
S Schmiegunskreisbogen,
M Mittelpunkt des Schmiegunskreises,
r Halbmesser des Schmiegunskreises
ZW Zentriwinkel.



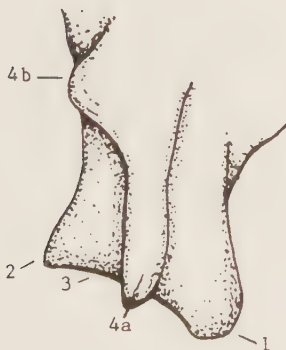
3. Deskriptive Beschreibung

3.1. Knöcherne Grundlage

3.1.1. Distales Ende der Scapula

Die flache Cavitas glenoidalis ist durch ein seitlich abgeflachtes Collum scapulae am Angulus ventralis von der Platte der Scapula abgesetzt. Der laterale Pfannenrand ist flach, der mediale abgerundet und kranial geringgradig zur Incisura glenoidalis eingezogen. Die kranio-kaudale Achse besitzt eine durchschnittliche Länge von 9 mm, die lateromediale eine von 7 mm. Kranial wird die Gelenkpfanne von dem stumpfkegelförmigen Tuberculum supraglenoidale überragt, das medial den im Mittel 5 mm langen schnabelförmigen Processus coracoideus trägt. Kaudo-lateral begrenzt das nur angedeutete Tuberculum infraglenoidale die Gelenkpfanne. Der Gelenkknorpel überragt den knöchernen Pfannenrand und bildet so einen bis zu 1 mm breiten Saum, der in zwei von zehn Fällen durch die Incisura glenoidalis unterbrochen wird.

Abb.1



Distales Ende der rechten
Scapula - Lateralansicht

- 1 Tuberculum supraglenoidale
- 2 Tuberculum infraglenoidale
- 3 Cavitas glenoidalis
- 4 Akromion mit
 - a Processus hamatus
 - b Processus suprahamatus

Abb.2.

Distales Ende der rechten
Scapula - Medialansicht

- 1 Tuberculum supraglenoidale
mit a-Proc.coracoideus
- 2 Cavitas glenoidalis

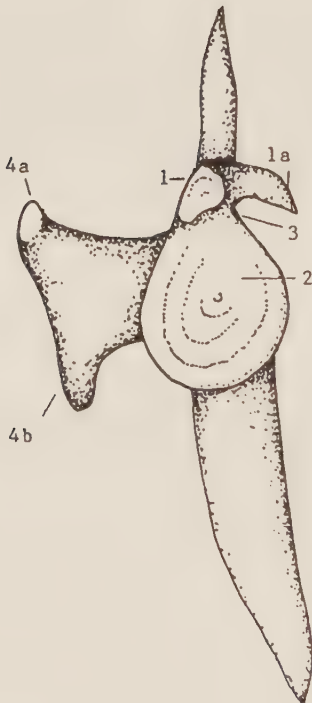


Abb.3

Distales Ende der rechten
Scapula-Ansicht von kranio-
ventral

- 1 Tuberculum supraglenoidale
mit a-Proc.coracoideus
- 2 Cavitas glenoidalis
- 3 Incisura glenoidalis
- 4 Akromion mit
a-Proc.hamatus
b-Proc.suprahamatus

3.1.2. Proximales Ende des Humerus

Auf einem dreikantigen Collum humeri sitzt das helmförmige Caput humeri, das mit der Gelenkpfanne der Scapula artikuliert. Die Ränder seiner Gelenkfläche sind kranial und an den Seiten abgerundet. Kaudal bilden sie einen spitzen Winkel. Die Länge der kranio-kaudalen Achse beträgt im Mittel 16,5 mm, die der lateromedialen 13 mm. Die Torsion des Oberarmkopfes definiert FICK (1910) als " Abweichung der Richtung des Oberarmkopfes nach hinten von der Richtung der Ellbogengelenkachse (siehe Abb. 4). Sie beträgt bei der Katze 75°.

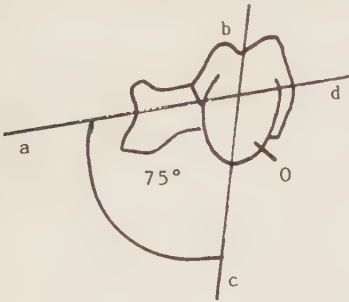


Abb. 4

Torsion des Oberarmkopfes
Ansicht von proximal

O Oberarmkopf

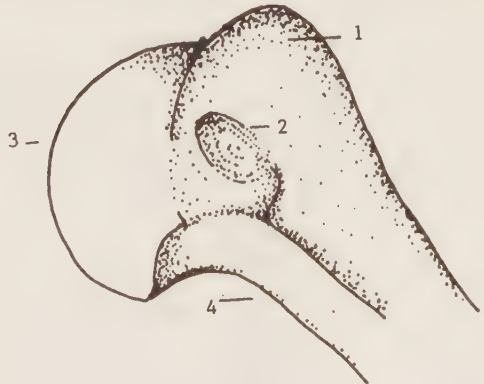
a-d Richtung der Ellbogengelenkachse

b-c Richtung des Oberarmkopfes

Abb. 5

Proximales Ende des rechten
Humerus - Lateralansicht

- 1 Tuberculum majus
- 2 Facies M.infraspinati
- 3 Caput humeri
- 4 Collum humeri



Das bei der Katze ungeteilte, seitlich abgeflachte Tuberculum majus überragt die Gelenkfläche um 2 bis 3 mm. Es trägt kaudo-lateral eine ovale Vertiefung, die dem M. infraspinatus als Ansatzfläche dient, die Facies m. infraspinati. Das wulstförmige Tuberculum minus flankiert den Gelenkkopf kranio-medial ohne ihn zu überragen. Zwischen diesen beiden Fortsätzen befindet sich der rinnenförmige Sulcus intertubercularis, der bei der Katze ungeteilt ist.

Abb. 6

Proximales Ende des linken
Humerus - Medialansicht

- 1 Tuberculum majus
- 2 Tuberculum minus
- 3 Sulcus intertubercularis
- 4 Caput humeri
- 5 Collum humeri

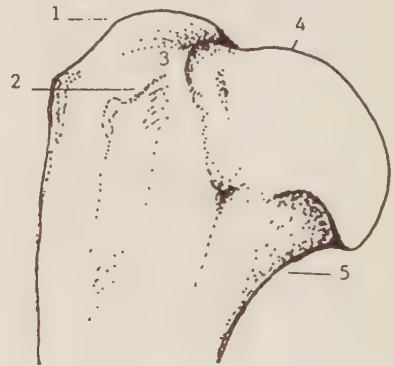


Abb. 7

Proximales Ende des rechten
Humerus Kaudalansicht

- 1 Tuberculum majus
- 2 Tuberculum minus
- 3 Caput humeri
- 4 Collum humeri



3.1.3. Distales Ende des Humerus

Das distale Ende des Humerus trägt den Condylus humeri zur Artikulation mit den Unterarmknochen. Die Gelenkfläche ist bei der Katze deutlich zweigeteilt. Medial gelenkt die Trochlea humeri mit der Ulna, lateral das Capitulum humeri mit dem Radiuskopf. Die Trochlea besitzt die Form eines horizontal gestellten, sich nach lateral verjüngenden Konus, dessen Höhe 7 bis 9 mm beträgt. Seine laterale Begrenzungsfläche hat einen Durchmesser von 10,5 bis 12 mm, die mediale einen von 7 bis 8 mm. Das Capitulum hat die Form einer Halbkugel mit einem Halbmesser von 5 mm. An den flachen Seitenflächen des Condylus sind Bandgruben angedeutet, hinter denen sich deutliche Bandhöcker erheben. Proximo-kaudal schließen sich an die Bandhöcker die Muskelknorren an, die mit ihnen verschmolzen sind. Der Beugeknorren, Epicondylus medialis, ist doppelt so groß wie der Streckknorren, Epicondylus lateralis. Vom Epicondylus lateralis zieht die scharfkantige Crista epicondylis lateralis zur Kaudalfläche des Schaftes. Sie begrenzt den Sulcus m. brachialis laterodistal. Proximal des Epicondylus medialis befindet sich das kranio-kaudal gerichtete nadelöhrförmige Foramen supracondylare für den Durchtritt des N. medianus. Der Condylus humeri ist von drei Vertiefungen umgeben: Kranio-medial befindet sich die flache runde Fossa coronoidea. Kranio-lateral schließt sich die halb so große, ebenfalls flache und runde Fossa radialis an. Kaudal befindet sich die tiefe Fossa olecrani. Der Winkel zwischen der Längsachse des Humerus und der medialen Begrenzungslinie der Fossa olecrani beträgt bei der Katze 8° (siehe Abb.8). Die Größe dieses Winkels scheint das Klettervermögen der Katze zu beeinflussen (GONEYA, 1977).

Abb. 8

Distales Ende des Rechten
Humerus -Kranialansicht

- 1 Capitulum humeri
- 2 Trochlea humeri
- 3 Epicondylus lateralis
- 4 Epicondylus medialis
- 5 Fossa radialis
- 6 Fossa coronoidea
- 7 Foramen supracondylare

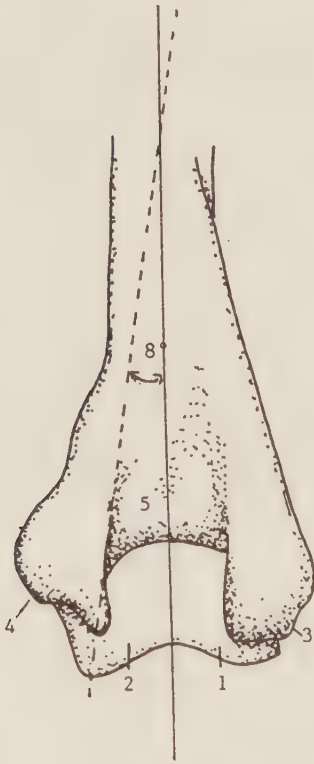
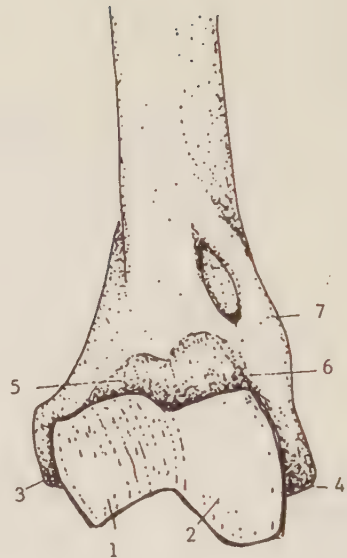


Abb. 9

Distales Ende des rechten
Humerus - Kaudalansicht

- 1 Capitulum humeri
- 2 Trochlea humeri
- 3 Epicondylus lateralis
- 4 Epicondylus medialis
- 5 Fossa olecrani

3.1.4. Proximales Ende des Radius

Das Caput radii trägt die flache Fovea capitis radii, die mit dem Capitulum humeri artikuliert. Ihr Umriß entspricht einer quergestellten Ellipse mit einem Längsdurchmesser von 8 bis 9 mm und einem Querdurchmesser von 5,5 mm. Ferner trägt der Radiuskopf die Circumferentia articularis radii zur Artikulation mit der Ulna. Diese Gelenkfläche hat die Form eines Halbzylinders von 3 mm Höhe und umgibt den Radiuskopf medial und kaudal. Sie wird von dem deutlich vorspringenden, keilförmigen medialen Bandhöcker und dem abgerundeten, kleineren lateralen Bandhöcker begrenzt. Das kranio-kaudal abgeplattete Collum radii setzt den Radiuskopf deutlich vom Radiuschaft ab. An seiner kaudalen Fläche wird der Radius Hals distal von der beulenförmigen Tuberositas radii begrenzt.

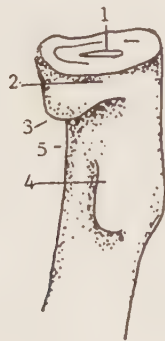


Abb. 10

Proximales Ende des rechten Radius-Ansicht von medial und kaudal.

- 1 Fovea capitis radii
- 2 Circumferentia articularis
- 3 Medialer Bandhöcker
- 4 Tuberositas radii
- 5 Collum radii

Abb. 11

Proximales Ende des rechten Radius
Ansicht von proximal

- 1 Fovea capitis radii
- 2 Medialer Bandhöcker
- 3 lateraler Bandhöcker



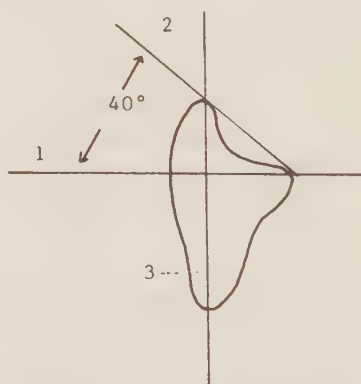
3.1.5. Proximales Ende der Ulna

Das Olekranon überragt als proximales Endstück der Ulna den Radiuskopf. Es trägt an seiner Basis die halbmondförmige Incisura trochlearis zur Artikulation mit der Trochlea humeri. Betrachtet man die Gelenkfläche als Ausschnitt aus einem quergestellten Halbkegel, so besitzt die mediale Begrenzungsfläche einen Durchmesser von 8 bis 9 mm, die laterale einen solchen von 11,5 bis 12,5 mm. Die Höhe des Kegelausschnitts beträgt distal 6 bis 7,5 mm und proximal 4 bis 5 mm. Die Gelenkfläche wird von folgenden Fortsätzen flankiert: Proximal von dem scharfkantigen, hakenförmigen Processus anconaeus; lateral von dem flachen, quadratischen scharfkantigen Processus coronoideus lateralis; medial von dem größeren, kammförmigen Processus coronoideus medialis. An der Basis des Olekranon befindet sich lateral zur Artikulation mit dem Radius die Incisura radialis, ein konkaver Bogen mit einer Breite von 3,5 mm und einer Länge von 3,9 bis 4,3 mm. Die Lage der Incisura radialis kann mit Hilfe des Winkels zwischen der Transversalebene der Ulna und der Ebene, die den kranialen mit dem kaudalen Rand der Gelenkfläche verbindet, angegeben werden (siehe Abb.11). Je größer der Winkel, um so größer soll die Fähigkeit zur Supination sein (GONEYA, 1977). Dieser Winkel beträgt bei der Hauskatze 40° .

Abb. 12

Lage der Incisura radialis

- 1 Transversalebene der Ulna
- 2 Verbindungsebene der
Ränder der Incisura radialis
- 3 Olekranon



Das freie Ende des Olekranons trägt das Tuber olecrani, eine quadratische Platte. Es besitzt kaudal einen großen stumpfen

und kranial zwei kleinere scharfkantige Höcker, wobei der mediale geringgradig größer als der laterale ist.

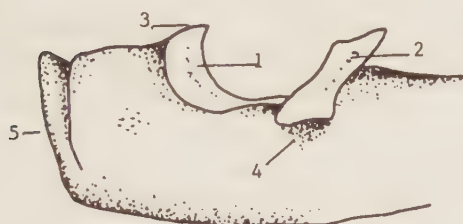


Abb. 13

Proximales Ende der
rechten Ulna-Lateral-
ansicht

- 1 Incisura trochlearis
- 2 Incisura radialis
- 3 Processus anconaeus
- 4 Processus coronoideus lateralis
- 5 Tuber olecrani

Abb. 14

Proximales Ende der
rechten Ulna-
Medialansicht

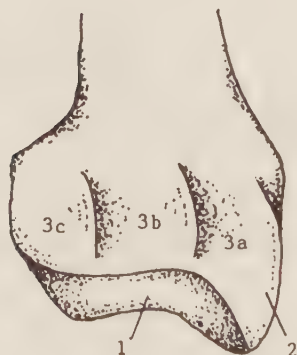


- 1 Incisura trochlearis
- 2 Processus anconaeus
- 3 Processus coronoideus medialis
- 4 Tuber olecrani

3.1.6. Distales Ende des Radius

An seinem distalen Ende verbreitert sich der Radius zur quergestellten Trochlea radii. Ihre Facies articularis carpea ist bei der Katze nicht zweigeteilt und nur mit dem Os carpi intermedio-radiale gelenkig verbunden. Die Gelenkpfanne besitzt die Form einer ovalen Wanne, deren mediopalmares Viertel durch einen kleinen Wulst ersetzt wird. Die lateromedial ausgerichtete Längsachse ist 7 bis 7,5 mm lang, die Querachse 5 bis 6,5 mm. Die flache, konkave Incisura ulnaris radii befindet sich lateral an der Trochlea radii. Sie gleicht einem Bogen mit einer Breite von 1,5 mm und einer Länge von 2,5 mm. Der Processus styloideus ragt medial schnabelförmig nach distal vor. An seiner Basis befindet sich medial ein scharfkantiger, von proximal nach distal gerichteter Vorsprung. Kaudal markiert die Crista transversa deutlich die Grenze zwischen Speichenwalze und Schaft. Ihre Stärke nimmt von medial nach lateral zu. Kranial verlaufen drei Sehnenrinnen von proximal nach distal, die von zwei kammförmigen Erhebungen getrennt werden. Ihre Größe nimmt von lateral nach medial zu.

Abb. 15

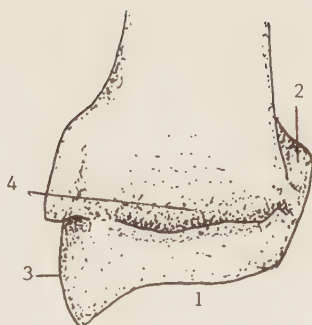


Distales Ende des rechten
Radius- Kranialansicht

- 1 Facies articularis carpea
- 2 Processus styloideus
- 3 a mediale Sehnenrinne
- b mittlere "
- c laterale "

Distales Ende des rechten
Radius-Kaudalansicht

- 1 Facies Articularis carpea
- 2 Incisura ulnaris
- 3 Processus styloideus
- 4 Crista transversa



3.1.7. Distales Ende der Ulna

Das distale Ende der Ulna bildet das Caput ulnae. Es trägt medial die konvexe Circumferentia articularis ulnae zur Artikulation mit dem Radius. Sie gleicht einem Zylinderausschnitt mit einer Höhe von 2,5 mm und einer Bogenlänge von 2 mm. Lateropalmar dieser Gelenkfläche springt der dorsopalmar abgeflachte Processus styloideus schaufelförmig nach distal vor. Seine Oberfläche ist auffallend rauh. An seiner Basis befindet sich kaudal ein kleiner Höcker. Sein distales Ende trägt die zweigeteilte Gelenkfläche zur Artikulation mit den Karpalknochen, die Facies articularis carpea. Diese teilt sich in eine knopfförmige Erhebung, die mit dem Os carpi ulnare gelenkt (Durchmesser 2 mm) und eine laterale halbkegelförmige Gelenkfläche zur Artikulation mit dem Os carpi accessorium. Die Spitze des Kegels zeigt nach lateral. Seine Höhe beträgt 3 mm, der Halbmesser seiner Grundfläche 1 mm.

Abb. 17

Distales Ende der rechten Ulna
Kranialansicht

- 1 Circumferentia articularis ulnae
- 2 Processus styloideus mit
 - a Facies articularis carpea
 - a' für Os carpi ulnare
 - a" für Os carpi accessorium



Abb. 18

Distales Ende der rechten Ulna
Kaudalansicht

- 1 Circumferentia articularis ulnae
- 2 Processus styloideus mit
 - a Facies articularis carpea
 - a' für Os carpi ulnare
 - a" für Os carpi accessorium



3.1.8. Ossa carpi

Die Hauskatze besitzt 7 Handwurzelknochen, die sich in 2 Reihen befinden und einen dorsal konvexen Bogen bilden.

Die antebrachiale Reihe enthält drei Knochen:

Das Os carpi intermedioradiale (auch als Os scapholunatum bekannt) liegt medial. Es folgen das Os carpi ulnare (Os triquetrum) und lateropalmar davon das Os carpi accessorium (Os pisiforme).

Die intercarpale Reihe fehlt der Katze. Das Os carpi centrale ist zwar während der Entwicklung erhalten, verschmilzt aber spätestens in den ersten Lebensmonaten mit dem Os carpi intermedioradiale (SCHAEFFER 1932).

Die metacarpale Reihe enthält vier Knochen:

Von medial nach lateral sind dies das Os carpale primum (Os trapezium), das Os carpale secundum (Os trapezoideum), das Os carpale tertium (Os capitatum) und das Os carpale quartum (Os hamatum).

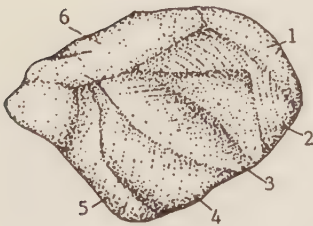
3.1.8.1. Os carpi intermedioradiale

Das Os carpi intermedioradiale ist der größte aller Karpalknochen der Katze. Dieser zusammengesetzte Knochen besitzt proximal eine sowohl von dorsal nach palmar, als auch von lateral nach medial stark gewölbte, konvexe Gelenkfläche zur Artikulation mit dem Radius. Mediopalmar schließt sich noch eine kleine, konkave Gelenkfacette an. Die Gesamtfläche besitzt einen rechteckigen Umriß mit folgenden Seitenlängen: von lateral nach medial 7 bis 8 mm und von dorsal nach palmar 5 bis 6 mm. An ihrer mediopalmaren Ecke ragt ein zapfenförmiger Fortsatz nach distal und palmar vor. Lateral schließt sich im rechten Winkel die halbmondförmige, wenig gewölbte Gelenkfläche für das Os carpi ulnare an. Sie hat eine Längsachse von 4 bis 5 mm, die von dorsal nach palmar verläuft. Die Querachse von 2 mm verläuft von proximal nach distal. Mediodistal folgt eine wellenförmige Gelenkfläche, die mit dem Os carpale quartum artikuliert. Die Welle überspannt eine Strecke von 5 mm und ist 2 mm breit. Die dorsal gelegene Hälfte ist konkav, die palmar gelegene konvex. Die anschließende Gelenkfläche für das Os carpale tertium ist zweigeteilt. Der laterale Teil der konkaven Gelenkfläche ist dreizipflig und überspannt von lateral nach medial eine Strecke von 3 mm, von dorsal nach palmar eine von 5 mm. Medial schließt sich ein nach distal versetzter 1,5 mm breiter Saum an. Er geht in die Gelenkfläche

für das Os carpale secundum über, die von lateral nach medial konvex ist und von dorsal nach palmar an Breite abnimmt. Die dorsale Begrenzung der Erhebung ist 2,5 mm lang, die palmare 1 mm. Medial folgt eine flache sichelförmige Erhebung, die der Artikulation mit dem Os carpale primum dient. Ihre Länge beträgt von dorsal nach palmar 4 mm, ihre Breite bis zu 2 mm. Die einzelnen Gelenkflächen des Os carpi intermedioradiale sind durch winzige Leisten voneinander getrennt.

Abb. 19

Rechtes Os carpi intermedioradiale-Ansicht von distal und palmar

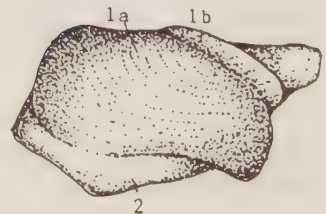


- 1 Gelenkfläche für das Os carpi ulnare
- 2 Gelenkfläche für das Os carpale quartum
- 3 Gelenkfläche für das Os carpale tertium
- 4 Gelenkfläche für das Os carpale secundum
- 5 Gelenkfläche für das Os carpale primum
- 6 Palmare Begrenzungsfläche

Abb. 20

Rechtes Os carpi intermedioradiale
Ansicht von dorsal und proximal

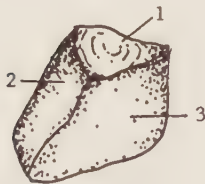
- 1 Gelenkfläche für den Radius
a konvexer Teil
b konkaver Teil
- 2 Dorsale Begrenzungsfläche



3.1.8.2. Os carpi ulnare

Das Os carpi ulnare besitzt dorsal und palmar jeweils eine rautenförmige Oberfläche. Verbunden werden diese Flächen durch folgende Gelenkflächen: Proximal befindet sich auf einer dreieckigen Grundfläche eine runde, flache Vertiefung von 1,5 bis 2 mm Durchmesser zur Artikulation mit der Ulna. Mediodistal schließt sich die halbmondförmige, fast ebene Gelenkfläche für das Os carpi intermedioradiale an. Sie ist von dorsal nach palmar gemessen 3 mm lang, von proximal nach distal 2 mm. Ihr folgt durch eine winzige Leiste getrennt die nierenförmige, leicht konkave Gelenkfläche zur Artikulation mit dem Os carpale quartum. Ihre Breite beträgt 3 mm (von dorsal nach palmar), ihre Länge 4 mm (von proximal nach distal). Die laterale Gelenkfläche ist ein 3 mm langer Halbzyylinder mit dem Halbmesser 1 mm. Er artikuliert mit dem Os carpi accessorium.

Abb. 21



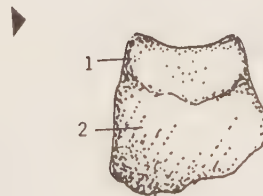
Rechtes Os carpi ulnare-
Ansicht von dorsolateral

- 1 Gelenkfläche zur Ulna
- 2 Gelenkfläche zum Os carpi accessorium
- 3 Dorsale Begrenzungsfläche

Abb. 22

Rechtes Os carpi ulnare-
Ansicht von mediodistal

- 1 Gelenkfläche zum Os carpi intermedioradiale
- 2 Gelenkfläche zum Os carpale quartum



3.1.8.3. Os carpi accessorium

Das Os carpi accessorium ist bei der Katze keulenförmig. Sein freies Ende zeigt nach lateropalmar. Es besteht aus einem stark ausgeprägten Bandhöcker und geht in einen seitlich abgeplatteten Schaft über, der sich am mediodorsalen Ende wieder verbreitert. Am Schaft sind beidseitig Bandgruben angedeutet. Am Schaftende befinden sich zwei Gelenkvertiefungen. Die proximale für die Ulna bildet ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Spitze zum Bandhöcker zeigt. Seine Schenkel sind 5 mm, seine Basis ist 3 mm lang. An seiner Basis schließt sich im rechten Winkel die Gelenkfläche für das Os carpi ulnare an. Sie ist sichelförmig und von lateral nach medial 3,5 mm bis 4 mm lang. Die Breite in ihrem Mittelteil beträgt 2 mm.



Abb. 23

Rehtes Os carpi accessorium
Ansicht von proximopalmar

- 1 Bandhöcker
- 2 Gelenkfläche zur Ulna

Abb. 24

Rehtes Os carpi accessorium
Ansicht von medio-distal

- 1 Gelenkfläche zum Os carpi ulnare
- 2 Bandhöcker



3.1.8.4. Os carpalę primum

Das Os carpalę primum ist der kleinste der Handwurzelknochen der Katze. Es hat die Gestalt eines Hakens, dessen Basis von der fünfeckigen dorsomedialen Begrenzungsfläche gebildet wird. Die mediopalmare Begrenzungsfläche ist pfeilförmig und steht im rechten Winkel auf der dorsomedialen Fläche. Die Spitze des Pfeiles zeigt nach lateral. Proximal befindet sich eine sichelförmige Gelenkvertiefung zur Artikulation mit dem Os carpi intermedioradiale. Sie ist in dorsopalmarer Richtung 4 mm lang. Ihre Breite beträgt 2 mm. Die laterale Gelenkvertiefung für das Os carpalę secundum gleicht einem Bogen, der palmar 2 mm breit ist, sich nach dorsal auf 1,5 mm verjüngt und 4 bis 5 mm überspannt. Die distale Gelenkvertiefung für das Os metacarpalę primum ist wieder sichelförmig. Ihre lateromediale Achse ist 1,5 mm, ihre dorsopalmar 4 mm lang. Eingerahmt von der dorsomedialen Fläche und den drei Gelenkflächen, befindet sich noch eine kleine trapezförmige Erhebung, die der Articulation mit dem Os metacarpalę secundum dient.



Abb. 26

Rechtes Os carpalę primum
Ansicht von laterodistal

- 1 Gelenkfläche für Os carpalę secundum:
- 2 Gelenkfläche für Os metacarpalę primum
- 3 Gelenkfläche für Os metacarpalę secundum

Abb. 25

Rechtes Os carpalę primum
Ansicht von proximomedial

- 1 Gelenkfläche für das
Os carpi intermedioradiale
- 2 Dorsomediale Begrenzungs-
fläche
- 3 mediopalmare Begrenzungs-
fläche



3.1.8.5. Os carpalum secundum

Das Os carpalum secundum ist mit "Vielecksbein" treffend beschrieben. Es besitzt dorsal eine konkave Fläche, deren proximale und distale Begrenzungslinien aus zwei Wellenlinien bestehen, die lateral und medial durch zwei senkrechte Linien verbunden werden. Palmar befindet sich eine winzige fünfeckige Fläche. Verbunden werden diese beiden Flächen durch die Gelenkflächen. Proximal befindet sich eine Vertiefung zur Artikulation mit dem Os carpi intermedioradiale. Sie wird dorsal von einer 3 mm langen, palmar von einer 1 mm langen Bogenlinie begrenzt. Der Abstand der Bogenlinien beträgt 3 mm. Die Gelenkfläche für den medialen Nachbarn, das Os carpalum primum, ist konvex und überspannt von dorsal nach palmar einen Bogen von 4 mm, dessen Höhe dorsal 1 bis 1,5 mm und palmar 2 mm beträgt. Die laterale Gelenkfläche, die mit dem Os carpalum tertium artikuliert, ist von proximal nach distal konkav. Sie besteht aus zwei Quadraten mit der Seitenlänge 2 mm. Das dorsale Quadrat ist 1 mm weiter nach proximal versetzt als das palmare. Distal befinden sich zwei Gelenkflächen. Die größere zur Artikulation mit dem Os metacarpale secundum ist halbmondförmig. Seine Bogenlinie befindet sich medial. Der Durchmesser beträgt 6 mm. Lateral schließt sich eine dreieckige Fläche an, die in ihrem Zentrum eine runde Vertiefung von 1 mm Durchmesser besitzt. Diese gelenkt mit einem höckerigen Fortsatz des Os metacarpale tertium.

Abb. 27



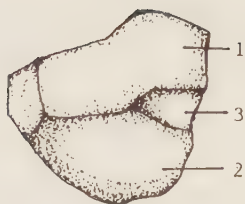
Rechtes Os carpalum secundum
Ansicht von dorsomedial

- 1 Gelenkfläche zum Os carpalum primum
- 2 Gelenkfläche zum Os carpi intermedioradiale

Abb. 28

Rechtes Os carpale secundum
Ansicht von lateropalmar

- 1 Gelenkfläche zum Os
carpale tertium
- 2 Gelenkfläche zum Os
metacarpale secundum
- 3 Gelenkfläche zum Os
metacarpale tertium



3.1.8.6. Os carpale tertium

Das Os carpale tertium ähnelt einem Schneckenhaus, dessen Öffnung nach lateral und dessen Spitze nach medial zeigt. Seine dorsale Begrenzungsfläche ist rechteckig und von lateral nach medial konvex. Die palmare gleicht einer Pyramide mit dreieckiger Grundfläche. Lateral befindet sich die Gelenkfläche für das Os carpale quartum. Sie ist von proximopalmar nach dorsodistal konvex und senkrecht dazu konkav. Ihr Rand besteht aus zwei Geraden, einer palmaren von 4 mm Länge und einer distalen von 5 mm Länge, die aufeinander senkrecht stehen. Dorsal und proximal werden sie von einem Bogen von 5,5 mm Länge verbunden. Proximal schließt sich die konvexe Gelenkfläche für das Os carpi intermedioradiale an; ein 3 mm breiter Bogen, der 5 bis 6 mm überspannt und sowohl lateral, als auch proximal und medial mit den benachbarten Knochen artikuliert. Zur Verbindung mit dem Os carpale secundum dient eine konvexe Fläche an der medialen Seite. Sie besteht wie die entsprechende Fläche des Nachbarknochens aus zwei versetzten Quadraten von 2 mm Seitenlänge.

Distal schließt sich noch die zweigeteilte, konkave Gelenkfläche an, die auf dem dritten und vierten Mittelfußknochen ruht. Der mediale Teil für das Os metacarpale tertium ist ein Trapez mit folgenden Seitenlängen: lateral und medial jeweils 5 mm, dorsal 3 mm und palmar 2 mm. Der laterale Teil für das Os metacarpale quartum ist ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Spitze nach dorsal zeigt. Seine Schenkel sind 3 mm, seine Basis ist 2 mm lang.

Abb. 29

Rechtes Os carpale tertium
Medialansicht

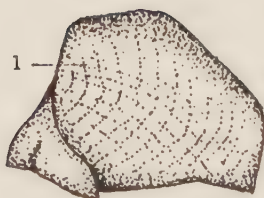
- 1 Gelenkfläche für das Os carpi intermedioradiale
- 2 Gelenkfläche für das Os carpale secundum



Abb. 30

Rechtes Os carpale tertium
Lateralansicht

- 1 Gelenkfläche für das Os carpale quartum



3.1.8.7. Os carpale quartum

Das Os carpale quartum gleicht einem Keil. Seine dorsale Begrenzungsfläche ist fünfeckig und von lateral nach medial konvex. Die kleinere palmar Begrenzungsfläche besitzt die Form einer Sanduhr. Proximomedial verbindet die beiden ein 2 mm breiter Streifen, der als Gelenkfläche für das Os carpi intermedioradiale dient. Er beginnt dorsal mit einem konvexen Abschnitt und wird palmar konkav. Lateral schließt sich eine konvexe, nierenförmige Gelenkfläche an, die mit dem Os carpi ulnare artikuliert. Ihre Länge beträgt von dorsal nach palmar 3 mm und von proximomedial nach laterodistal 4 mm. Die Gelenkfläche für den medialen Nachbarn, das Os carpale tertium, besteht aus einer vierzipfligen Platte. Sie besitzt eine Seitenlänge von 4,5 bis 5 mm und ist von proximodorsal nach distopalmar konvex, senkrecht dazu konkav. Zur Artikulation mit den ossa metacarpalia quartum und quintum folgt distal eine zweigeteilte, herzförmige, konvexe Gelenkfläche. Die Herzspitze zeigt nach palmar. Die Länge beträgt 4 mm, die Breite der Basis 2 bis 3 mm.

Abb. 31

Rechtes Os carpale quartum
Ansicht von dorsomedial

- 1 Gelenkfläche für das Os carpale tertium
- 2 Gelenkfläche für das Os carpi intermedioradiale

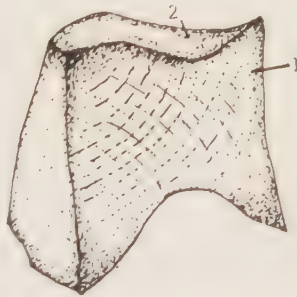
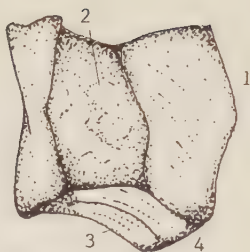


Abb. 32

Rechtes Os carpale quartum
Ansicht von lateropalmar

- 1 Gelenkfläche für das Os
carpi ulnare
- 2 Bandgrube
- 3 Gelenkfläche für das Os
metacarpale quartum
- 4 Gelenkfläche für das Os
metacarpale quintum



3.1.8.8. Os sesamoideum m. abductoris pollicis longi

In der Endsehne des M. abductor pollicis longus befindet sich ein Sesambein. Es liegt mediopalmar zwischen Os carpi intermedio-radiale und Os carpale primum.

3.1.9. Ossa metacarpalia

Die Katze besitzt fünf Mittelfußknochen bei paraxonischer Fußachse.

3.1.9.1. Proximales Ende des Os metacarpale primum.

Seine verbreiterte Basis ist vom querovalen Schaft nur undeutlich abgesetzt. Sie reicht an ihrer medialen Seite weiter nach proximal als an ihrer lateralen. Palmar trägt sie einen kleinen zackigen Vorsprung als Bandhöcker. Medial befindet sich eine kleine Bandgrube. Die leicht erhabene Gelenkfläche zur Artikulation mit dem Os carpalale primum ist sichelförmig und besitzt einen mediolateralen Durchmesser von 2 mm. Von dorsal nach palmar ist sie drei mm lang. Lateral befindet sich eine punktförmige Gelenkfläche zur Artikulation mit dem Os metacarpale secundum, deren Durchmesser 0,5 mm beträgt.

Abb. 33

Rechtes Os metacarpale primum-Medialansicht

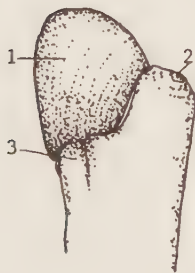
1 Bandgrube



Abb. 34

Rechtes Os metacarpale secundum-Lateralansicht

- 1 Gelenkfläche für das Os carpalale primum
- 2 Gelenkfläche für das Os metacarpale secundum
- 3 Bandhöcker



3.1.9.2. Proximalea Ende des Os metacarpale secundum

Auf dem zylindrischen Schaft sitzt eine im Querschnitt dreieckige Basis. Sie besitzt dorsal eine flache Vertiefung als Bandgrube. Medial trägt sie eine rundliche Gelenkfläche von 1 mm Durchmesser zur Artikulation mit dem Os metacarpale primum. Nach proximal schließt sich eine unregelmäßig viereckige, kaum gewölbte Fläche an, die mit dem Os carpale primum gelenkt. Ihr Durchmesser beträgt 1,5 mm. Die sich anschließende Gelenkfläche für das Os carpale secundum ist in dorsopalmarer Richtung konvex und halbmondförmig. Ihre etwas eingezogene mediale Begrenzungslinie ist 6 mm lang. Der Durchmesser von lateral nach medial beträgt 3 mm. Lateral befindet sich eine kokave Gelenkfläche mit dreieckigem Umriß (Seitenlänge 2,5 bis 3 mm), die den Gelenkvorsprung des Nachbarknochens, des Os metacarpale tertium, zelt-dachartig umgibt.

Abb. 35

Rechtes Os metacarpale secundum-Medialansicht

- 1 Gelenkfläche für das Os metacarpale primum
- 2 Bandgrube

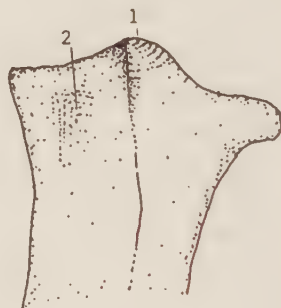
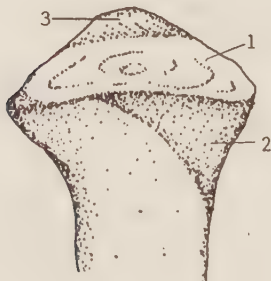


Abb. 36

Rechtes Os metacarpale secundum-Lateralansicht

- 1 Gelenkfläche für das Os carpale secundum
- 2 Gelenkfläche für das Os metacarpale tertium
- 3 Gelenkfläche für das Os carpale primum



3.1.9.3. Proximales Ende des Os metacarpale tertium

Der Schaft des Os metacarpale tertium besitzt im oberen Drittel einen dreieckigen Querschnitt. Er trägt die propellerförmige Basis. An ihrer dorsalen Fläche befindet sich eine flache Bandgrube. Ihr medialer Flügel besitzt zwei Gelenkflächen. Medial gelenkt ein 2 mm langer Halbzylinder, der den Durchmesser 2 mm hat, mit dem Os metacarpale secundum. Er geht proximal in einen runden Höcker über, der mit dem Os carpalum secundum artikuliert und einen Durchmesser von 1,5 mm besitzt. Der palmare und der laterale Flügel bilden gemeinsam eine konvexe Gelenkfläche für das Os carpalum tertium. Diese Fläche gleicht einem Bogen mit der Breite 2 bis 2,5 mm, der eine Strecke von 5 mm überspannt. Der laterale Flügel trägt zusätzlich die Gelenkfläche für das Os metacarpale quartum; ein Rechteck mit den Kantenlängen 2,5 mm (von dorsal nach palmar) und 1,5 mm (von proximal nach distal).

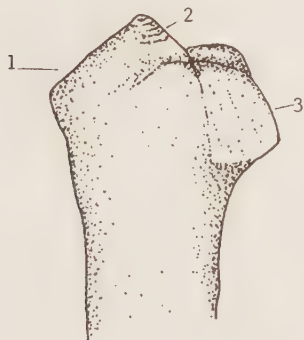


Abb. 37

Rechtes Os metacarpale tertium-Medialansicht

- 1 Gelenkfläche für das Os metacarpale secundum
- 2 Gelenkfläche für das Os carpalum secundum
- 3 Gelenkfläche für das Os carpalum tertium

Abb. 38

Rechtes Os metacarpale tertium
Ansicht von proximal

- 1 Gelenkfläche für das Os metacarpale secundum
- 2 Gelenkfläche für das Os carpale secundum
- 3 Gelenkfläche für das Os carpale tertium

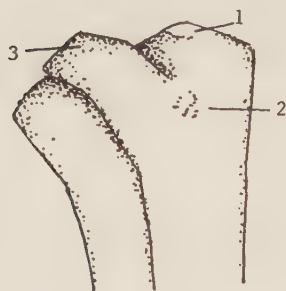


Abb. 39

Rechtes Os metacarpale tertium-Lateralansicht

- 1 Gelenkfläche für das Os carpale secundum
- 2 Bandgrube
- 3 Gelenkfläche für das Os metacarpale quartum

3.1.9.4. Proximales Ende des Os metacarpale quartum

Die Basis bildet einen Halbzylinder. Lateral überragt sie den runden Schaft. Hier befindet sich auf der Innenseite des Zylindermantels eine sichelförmige konkave Gelenkfläche zur Artikulation mit dem lateralen Nachbarn, dem Os metacarpale quintum. Sie hat eine Länge von 3,5 mm und eine Breite von 1 mm. Die konvexe Gelenkfläche auf der Außenseite des Zylinders, der einen Durchmesser von 5 mm hat, ist zweigeteilt. lateral artikuliert eine 2,5 mm hohe Fläche mit dem Os carpale quartum, medial eine 1 mm hohe mit dem Os carpale tertium. Die letztere wird von

einer 2 mm langen und 1 mm breiten Bogenfläche ergänzt, die auf einem kleinen Höcker an der dorsomedialen Seite der Basis sitzt. Hier befindet sich auch eine Gelenkfläche für das Os metacarpale tertium. Sie ist rechteckig. Ihre Kantenlängen betragen 2 mm von dorsal nach palmar und 1,5 mm von proximolateral nach mediodistal.

Abb. 40

Rechtes Os metacarpale quartum
Lateralansicht

1 Gelenkfläche für das Os
metacarpale quintum

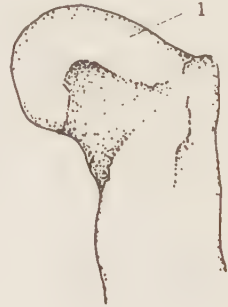
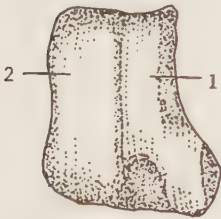


Abb. 41

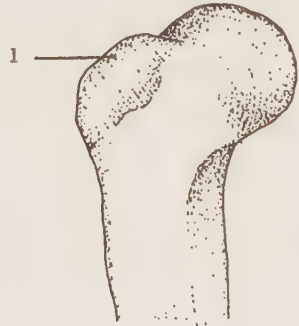
Rechtes Os metacarpale quartum-Ansicht von proximal

1 Gelenkfläche für das Os
carpale tertium
2 Gelenkfläche für das Os
carpale quartum

Abb. 42

Rechtes Os metacarpale quartum
Medialansicht

1 Gelenkfläche für das Os
metacarpale tertium



3.1.9.5. Proximales Ende des Os metacarpale quintum

Auf dem querovalen Schaft sitzt eine keulenförmig aufgetriebene Basis. An ihrer lateralen Seite befindet sich ein kleiner spitzer Bandhöcker. Medial ragt ein 2,5 mm langer und 1 mm hoher Kamm hervor, der die Artikulation zum Os metacarpale quartum übernimmt. Die proximale konvexe Gelenkfläche artikuliert mit dem Os carpalum quartum. Sie gleicht einem Halbzylinderausschnitt mit dem Durchmesser 4 mm und der Höhe 1,5 mm.

Abb. 43

Rechtes Os metacarpale quintum
Medialansicht

- 1 Gelenkfläche zum Os metacarpale quartum
- 2 Gelenkfläche zum Os carpalum quartum

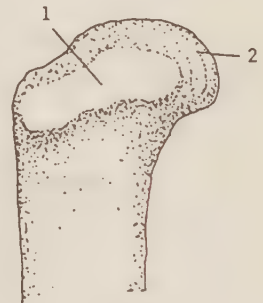
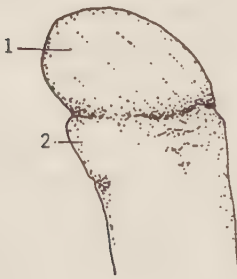


Abb. 44

Rechtes Os metacarpale quintum - Lateralansicht

- 1 Gelenkfläche für das Os carpalum quartum
- 2 Bandhöcker



3.2. Bandapparat

3.2.1. Bänder des Schultergelenks (Abb. 45-47)

Eigentliche Hemmungsbänder fehlen. Die Gelenkkapsel besitzt jedoch Verstärkungszüge, die untrennbar mit ihr verbunden sind.

Das Ligamentum glenohumerale laterale ist mit 2.5 bis 5 mm breiter als das mediale. Es entspringt am lateralen Rand der Gelenkpfanne der Scapula, verjüngt sich in seinem Verlauf um ein Viertel und inseriert latero-kaudal am Tuberculum majus. An den Processus hamatus der Scapula wird ein 0,5 bis 1 mm breiter Unterstützungssast abgegeben.

Das Ligamentum glenohumerale mediale ist 1,5 bis 3 mm breit und entspringt am kaudo-medialen Pfannenrand der Scapula und endet kaudal am Tuberculum minus, an dessen Übergang zum Caput humeri. Es entläßt einen Unterstützungssast zum Processus coracoideus der Scapula.

Das Ligamentum transversum humeri* entspringt kranio-medial am Tuberculum majus, überspannt die Endsehne des Musculus biceps brachii im Sulcus intertubercularis und endet kranial am Tuberculum minus. Seine Breite schwankt zwischen 2 und 2,6 mm.

Die Endsehnen folgender Muskeln übernehmen die Aufgabe von seitlichen Hemmungsbändern:

Latero-kaudal der M. infraspinatus, latero-kranial der M. supraspinatus, medial der M. subscapularis und der M. coracobrachialis. Diese Endsehnen sind fest mit der Kapsel verbunden. Die Endsehne des M. biceps brachii dient als kraniales Hemmungsband und verläuft innerhalb der Gelenkkapsel (sogenannte Kapselseh-nenscheide.)

* Dieser Terminus wird in den NOMINA ANATOMICA VETERINARIA nicht erfaßt; es gibt jedoch keine andere Ersatzbezeichnung.

Abb. 45

Linkes Schultergelenk nach
Entfernung der Gelenkkapsel
Ansicht von kranial

- 1 Scapula
- 2 Humerus
- 3 Lig.transversum humeri
- 4 M.biceps brachii

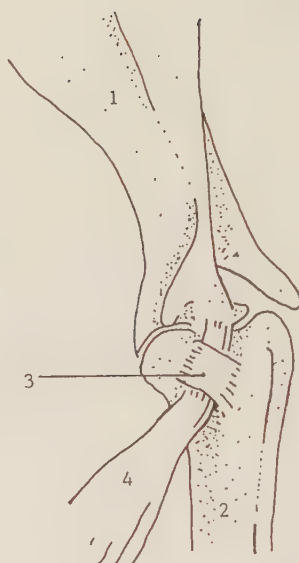
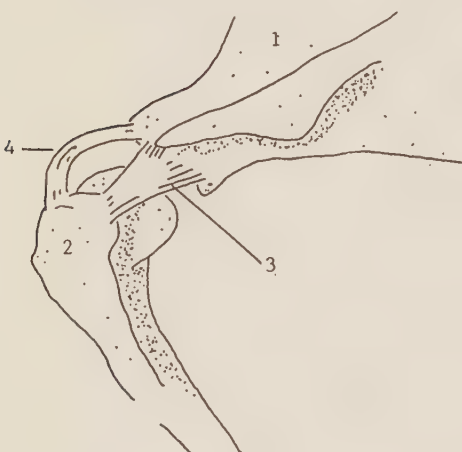


Abb. 46

Linkes Schultergelenk nach
Entfernung der Gelenkkapsel
Lateralansicht

- 1 Scapula
- 2 Humerus
- 3 Lig.glenohumerale laterale
- 4 Endsehne des M.biceps brachii

Abb. 47

Linkes Schultergelenk nach
Entfernung der Gelenkkapsel
Medialansicht

- 1 Scapula
- 2 Humerus
- 3 Lig.glenohumerale mediale



3.2.2. Bänder des Ellbogengelenks (Abb. 48-51)

Das Ligamentum collaterale laterale enthält, wie die histologische Untersuchung zeigte, Knorpel einlagerungen. Es entspringt in der Bandgrube, die sich kranio-lateral am Epicondylus lateralis humeri befindet. Es ist in der Höhe des Gelenkspalts mit der Gelenkkapsel verbunden und spaltet sich hier in zwei Schenkel auf. Der kraniale Schenkel ist 1 bis 2 mm breit und inseriert am Radius, dicht unterhalb des Gelenkknorpels. Der breitere kaudale Schenkel ist 1,5 bis 3 mm breit, verbreitert sich in seinem Verlauf fächerförmig und heftet sich an den Processus coronoideus lateralis der Ulna. Die Endsehne des M. extensor carpi ulnaris und die des M. anconaeus sind eng mit dem Band verbunden, ebenso der Ursprung des Ringbandes.

Das Ligamentum collaterale mediale entspringt in der Bandgrube des Epicondylus medialis, spaltet sich unmittelbar nach seinem Ursprung in einen 1 bis 1,5 mm breiten kranialen und einen 2 bis 3,5 mm breiten kaudalen Schenkel auf, die in der Höhe des Gelenkspaltes beide eng mit der Gelenkkapsel verbunden sind. Der erste läuft kranial über die Ulna und das Ringband zum Radius. Hier inseriert er proximal der Tuberositas radii im Spatium interosseum. In zwei von vierzehn Fällen erreichte er den Radius nicht. Der zweite Schenkel heftet sich an den Processus coronoideus medialis ulnae. Er ist eng mit der Endsehne des M. flexor carpi ulnaris verbunden.

Das Ligamentum anulare radii ist nur schwer von der Gelenkkapsel zu trennen. Seine Breite beträgt 1,5 bis 2,5 mm. Als indirekter Ursprung dient der Epicondylus lateralis humeri. Hier ist das Ringband nämlich mit dem lateralen Seitenband verbunden. In seinem Verlauf umfaßt es den Radiuskopf kranial, dicht unterhalb des Gelenkspalts. Unter dem medialen Seitenband heftet es sich an den Processus coronoideus medialis ulnae.

Das elastische Ligamentum olecrani entspringt kranial am Olecranon oberhalb des Processus anconaeus und läuft zum Epicondylus medialis, an dessen lateraler Seite es in der Fossa olecrani inseriert,

Ein Ligamentum obliquum konnte ich bei der Katze in keinem Fall finden.

Abb. 48

Linkes Ellbogengelenk nach
Entfernung der Gelenkkapsel
Lateralansicht

- 1 Humerus
- 2 Ulna
- 3 Radius
- 4 Lig.collaterale laterale
- 5 Lig.anulare

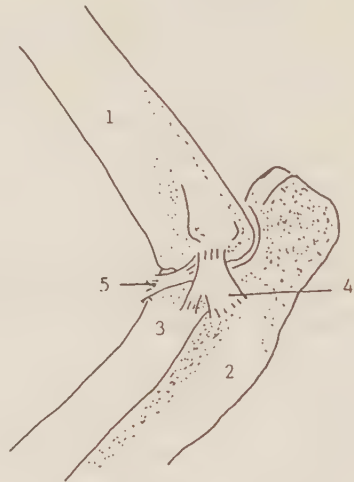


Abb. 49

Linkes Ellbogengelenk nach
Entfernung der Gelenkkapsel
Medialansicht

- 1 Humerus
- 2 Ulna
- 3 Radius
- 4 Lig.collaterale mediale

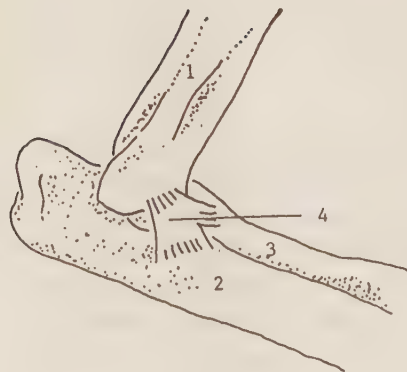


Abb. 50

Linkes Ellbogengelenk nach
Entfernung der Gelenkkapsel
Ansicht von kranial

- 1 Humerus
- 2 Ulna
- 3 Radius
- 4 Lig.collaterale mediale
- 5 Lig.collaterale laterale
- 6 Lig.anulare

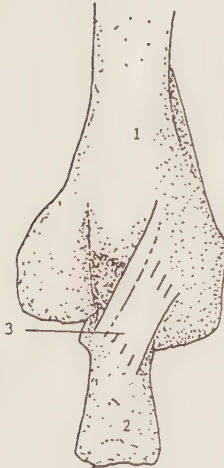
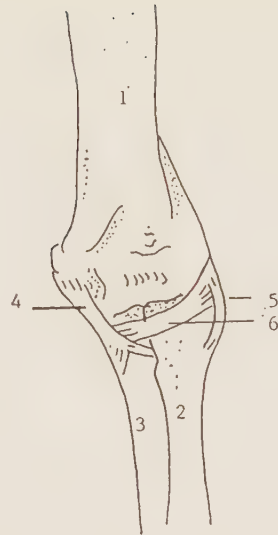


Abb. 51

Linkes Ellbogengelenk nach
Entfernung der Gelenkkapsel
Ansicht von kaudal

- 1 Humerus
- 2 Ulna
- 3 Lig.olecrani

3.2.3. Weitere Verbindungen der Unterarmknochen (Abb. 52)

Die einander zugewandten Flächen der Unterarmknochen werden durch die dünne Membrana interossea antebrachii verbunden. Ihre Ansatzlinie verläuft am kaudomedialen Rand des mittleren Drittels des Radiuschaftes von proximal nach distal. Dann überspannt die Membran das Spatium interosseum und inseriert lateral an der distalen Hälfte der Ulna. Die proximo-distale Ausdehnung der Membrana interossea antebrachii beträgt 5 bis 6 cm. Eine Verstärkung im Sinne des Ligamentum interosseum antebrachii des Hundes besitzt die Katze nicht.

Das Ligamentum radioulnare distale verbindet die Unterarmknochen distal der Articulatio radioulnaris distalis. Das kurze, fibröse Band ist bis zu 4 mm breit und entspringt dorsal und lateral an der Trochlea radii. Es endet mediodorsal am Processus styloideus der Ulna.

Abb. 52

Linke Articulatio radioulnaris distalis nach Entfernung der Gelenkkapsel
Ansicht von dorsal

- 1 Ulna
- 2 Radius
- 3 Lig. radioulnare distale



3.2.4. Bänder des Handwurzelgelenkes (Abb. 53-54)

Zusätzlich zu den eigentlichen Bändern (siehe unten) des Karpalgelenkes besitzt die Katze folgende Verstärkungszüge der tiefen Faszie: Die Fascia dorsalis manus bildet das Retinaculum extensorum, eine vierzipflige Platte, die sich in ihrem Verlauf von proximomedial nach laterodistal verbreitert. Die Verstärkung der Fascia palmaris, das Retinaculum flexorum, ist ebenfalls vierzipflig, verläuft aber von lateral nach medial.

3.2.4.1. Ligamenta collateralia

Das Ligamentum collaterale carpi mediale überspringt nur eine Gelenkspalte. Es ist 2 bis 4 mm breit. Es entspringt am Processus styloideus des Radius und zieht um den medialen Gelenkrand herum nach palmar. Hier inseriert es am proximalen Rand des Os carpi intermedioradiale.

Das Ligamentum collaterale carpi laterale überspringt ebenfalls nur eine Gelenkspalte. Es ist mit 1,5 bis 2 mm Breite schwächer als das mediale. Es entspringt am Processus styloideus der Ulna und endet in der Mitte der dorsolateralen Fläche des Os carpi ulnare.

In Fortsetzung des oben genannten Ligamentum collaterale carpi mediale konnte in 10 von 14 Fällen ein schwaches Band von 0,5 mm Breite isoliert werden, das distal und medial am Os carpi intermedioradiale entspringt, gerade zehenwärts verläuft und medial am proximalen Rand des Os metacarpale primum inseriert (Abb. 54/2).

3.2.4.2. Ligamenta antebrachioarpea

Das Ligamentum radiocarpeum dorsale entspringt dorsolateral am distalen Radiusrand und ist an seinem Ursprung 2 bis 3 mm breit. Es verbreitert sich fächerförmig und inseriert in der Mitte der dorsalen Fläche des Os carpi ulnare und am Processus styloideus der Ulna. Hier wird es bis zu 6 mm breit.

Dorsal am Radius entspringt unmittelbar neben dem Ansatz des Ligamentum collaterale mediale ein 1 mm breites gerades Band, das am proximalen Rand des Os carpi intermedioradiale endet (Abb. 53/4).

Beide dorsalen Unterarm-Fußwurzelbänder sind Fibrosaverstärkungen und nicht ohne Substanzverlust von der Gelenkkapsel zu trennen.

Das Ligamentum ulnocarpeum palmare ist 1,5 bis 3 mm breit.. Sein Ursprung ist der Bandhöcker palmar am Caput ulnae. Von hier aus läuft es schräg nach mediodistal. Dabei wird ein 0,5 mm breiter Ast an das Os carpi accessorium abgegeben. Das Band endet distal und medial an der palmaren Fläche des Os carpi intermedioradiale. Es läßt sich gut von der Gelenkkapsel abpräparieren.

Das Ligamentum radiocarpeum palmare ist eine 5,5 mm breite Gelenkkapselverstärkung zwischen Radius und Os carpi intermedioradiale, dessen Ansatzpunkte sich lateropalmar an den beiden Knochen befinden.

Im Gelenkspalt zwischen Radius und Os carpi intermedioradiale befindet sich ein zwirnfadenstarkes Band, das lateropalmar dicht neben der Facies articularis carpea entspringt und laterodorsal neben der Gelenkfläche des Os carpi intermedioradiale endet.

3.2.4.3. Ligamenta intercarpea

Ligamenta intercarpea dorsalia (53/8a-d)

Ein kurzes, straffes 2 mm breites Band (53/8a) befindet sich dorsal zwischen dem distalen Rand des Os carpi ulnare und dem proximalen Rand des Os carpale quartum.

Proximal der Ansatzlinie des eben erwähnten Bandes entspringt ein 1 bis 1,5 mm breites Band (53/8b), das nach medial zieht, um dorsal und lateral am Os carpi intermedioradiale zu enden. Hier ist es eng mit dem anschließend beschriebenen Band verbunden.

Ein 0,5 bis 1 mm breites Band (53/8c) beginnt lateral an der Dorsalfläche des Os carpi intermedioradiale. Hier ist es nicht von dem oben erwähnten Band zwischen Os carpi intermedioradiale und Os carpi ulnare zu trennen. Es spaltet sich in Höhe des Gelenkspaltes in zwei bis zu 1 mm breite Äste auf, von denen der eine schräg nach lateral und zehenwärts läuft, bevor er im Zentrum der Dorsalfläche des Os carpale quartum inseriert. Der zweite Ast erreicht den proximalen Rand des Os carpale tertium.

Ein weiteres dorsales Band (53/8d) befestigt sich am distalen Rand der medialen Hälfte des Os carpale intermedioradiale. Hier ist es 1,5 bis 2 mm breit. In seinem Verlauf nach distal verbreitert es sich fächerförmig und erreicht bis zu 3 mm. Es endet am proximalen Rand des Os carpale secundum. Vorher gibt es einen Ast an das Os carpale primum ab.

Alle dorsalen Fußwurzelbänder sind Verstärkungen der Gelenkkapsel.

Ligamenta intercarpea palmaria (54/5a-b)

Palmar befinden sich kurze straffe Verstärkungszüge (54/5a) zwischen dem medialen Rand des Os carpi ulnare und dem proximalen Rand des Os carpale quartum, sowie (54/5b) dem latero-distalen Rand des Os carpi intermedioradiale und dem Os carpale tertium. Beide lassen sich nicht von der Gelenkkapsel trennen.

Ligamenta intercarpea interossea (ohne Abb.)

Die Ligamenta intercarpea interossea bestehen aus kurzen, straffen, kräftigen Fasern. Sie verbinden die einander zugekehrten Flächen folgender Handwurzelknochen miteinander:

Das Os carpi ulnare mit dem Os carpi intermedioradiale und dem Os carpale quartum, das Os carpale primum mit dem Os carpale secundum und dieses mit dem Os carpale tertium. Zwischen dem Os carpale tertium und dem Os carpale quartum gibt es kein Ligamentum intercarpeum interosseum. Hier kommuniziert die zweite Etage des Karpalgelenks mit der dritten.

3.2.4.4. Ligamenta carpometacarpea

Ligamenta carpometacarpea dorsalia (53/9a-e)

Dorsal befinden sich straffe Verstärkungen der Gelenkkapsel, die alle Handwurzelknochen der distalen Reihe mit den Mittelfußknochen verbinden. Dabei verbindet sich das Os carpale quartum mit dem Os metacarpale quintum (53/9a) und das Os carpale tertium mit dem Os metacarpale quartum und dem Os metacarpale tertium (53/9b). Beide Bänder besitzen eine Breite von 3 mm. Die Verbindung zwischen Os carpale secundum und Os metacarpale secundum (53/9c) ist 1,5 mm breit. Vom Os carpale primum geht jeweils ein 1 bis 1,5 mm breites Band zum Os metacarpale primum (53/9e) und zum Os metacarpale secundum (53/9d).

Ligamenta carpometacarpea palmaria (54/6a-c)

Palmar entspringt am Os carpi intermedioradiale ein 1,5 mm breites Band (54/6a), das sich ohne Schwierigkeiten von der Gelenkkapsel abpräparieren läßt . Es teilt sich bei seinem Verlauf über den medialen Rand des Os carpale tertium in zwei Schenkel, die dann proximal am Os metacarpale secundum und am Os metacarpale tertium enden. Außerdem befinden sich palmar Gelenkkapselverstärkungen (54/6b) zwischen dem Os carpale tertium und den Ossa metacarpalia tertium und quartum (1,5 mm breit) . Eine weitere Verbindung (54/6c) entspringt am Os carpi ulnare und zieht unter dem Ligamentum accessoriometacarpeum palmare hindurch zum Os metacarpale quintum. Seine Breite schwankt zwischen 1,5 und 2 mm.

3.2.4.5. Bänder des Os carpi accessorium

Das Ligamentum accessorioulnare entspringt palmar am Os carpi accessorium. Hier ist es mit dem schon beschriebenen Unterstützungsast zum Ligamentum ulnocarpeum palmare verbunden. An seinem Ursprung ist es bis zu 2,5 mm breit. In seinem Verlauf zur Ulna verschmälert es sich auf 1,5 mm und heftet sich proximal der Facies articularis carpea an den Processus styloideus ulnae.

Der Ursprung des Ligamentum accessoriocarpoulnare befindet sich proximal der Gelenkfläche für das Os carpi ulnare am Os carpi accessorium. Das Band besteht aus einem laterodorsalen und einem mediopalmaren Anteil. Der erste zieht 2 mm breit zum Os carpi ulnare und endet dort lateral der Ansatzstelle des lateralen Seitenbandes. Er war in zwei von vierzehn Fällen nicht vorhanden. Der zweite endet 1,5 mm breit an der palmaren Fläche des Os carpi ulnare, dicht neben der Gelenk-

fläche für das Os carpi accessorium, vom Ligamentum accessorioulnare verdeckt.

Das Ligamentum accessorioquartale ist ein kurzes, 1,5 mm breites Band, das am mediodistalen Rand des Os carpi accessorium beginnt und an der lateralen Fläche des Os carpale quartum endet. Es wird erst nach Entfernung des Ligamentum accessorio-metacarpeum sichtbar.

Das Ligamentum accessorio-metacarpeum besteht aus einem lateralen (53/7,54/8a) und einem palmaren Anteil (54/8b), die an ihrem Ursprung nicht miteinander verbunden sind. Der erste entspringt lateral und dorsal am Os carpi accessorium, ist bis zu 3 mm breit und inseriert laterodorsal am proximalen Ende des Os metacarpale quintum. Der zweite entspringt lateral und palmar am Os carpi accessorium und zieht mit einer Breite von 2,5 mm schräg nach mediodistal. Er endet am proximalen Ende des Os metacarpale quartum dicht unterhalb der Gelenkfläche zum Os carpale tertium. Mit einigen Fasern heftet er sich auch an das Os carpale quartum. Da die beiden an ihrem Ursprung nicht miteinander verbunden sind, sollte man bei der Katze von zwei Ligamenta accessorio-metacarpea, nämlich einem lateralen und einem palmaren, sprechen.

Abb. 53

Linkes Karpalgelenk nach Entfernung der Gelenkkapsel
Dorsalansicht

- 1 Ligamentum collaterale laterale
- 2 Ligamentum collaterale mediale
- 3 Ligamentum radiocarpeum dorsale
- 4 Gerades Band zwischen Radius und Os carpi intermedioradiale
- 5 Ligamentum accessorio-car-poul-nare
- 6 Ligamentum accessorio-quartale
- 7 Ligamentum accessorio-metacarpeum (laterale)
- 8 Ligamenta intercarpea dorsalia zwischen:
 - a Os carpi ulnare und Os carpale quartum
 - b Os carpi ulnare und Os carpi intermedioradiale
 - c Os carpi intermedioradiale und Ossa carpalia quartum und tertium
 - d Os carpi intermedioradiale und Ossa carpalia secundum und primum
- 9 Ligamenta carpometacarpea dorsalia zwischen:
 - a Os carpale quartum und Os metacarpale quintum
 - b Os carpale tertium und Ossa metacarpalia quartum und tertium
 - c Os carpale secundum und Os metacarpale secundum
 - d Os carpale primum und Os metacarpale secundum
 - e Os carpale primum und Os metacarpale primum

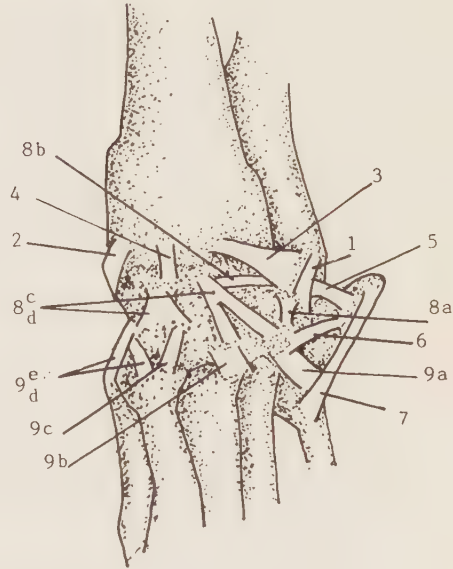
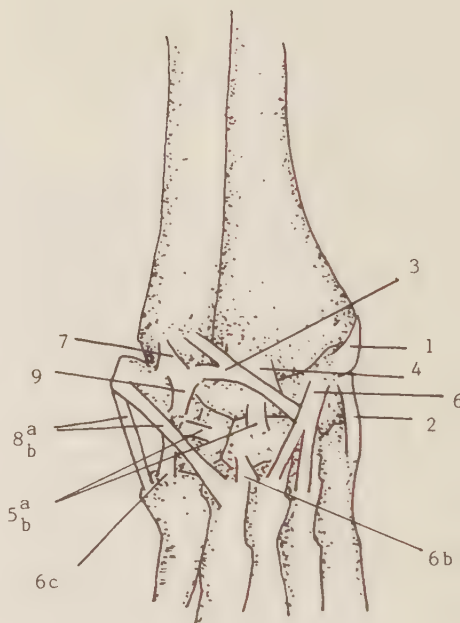


Abb. 54

Linkes Karpalgelenk nach Entfernung der Gelenkkapsel
Palmaransicht

- 1 Ligamentum collaterale mediale
- 2 Distales Seitenband zwischen
Os carpi intermedioradiale
und Os metacarpale primum
- 3 Ligamentum ulnocarpeum
palmare
- 4 Ligamentum radiocarpeum
palmare
- 5 Ligamenta intercarpea palmaria zwischen
a Os carpi ulnare und Os
carpale quartum
b Os carpi intermedioradiale
und Os carpale tertium
- 6 Ligamenta carpometacarpea
palmaria zwischen:
a Os carpi intermedioradiale
und Ossa metacarpalia se-
cundum und tertium
b Os carpale tertium und Ossa
metacarpalia tertium und quartum
c Os carpale quartum und Os metacarpale quintum
- 7 Ligamentum accessorioulnare
- 8 Ligamenta accessoriometacarpea
a lateraler Anteil
b palmarer Anteil
- 9 Ligamentum accessoriocarpoulnare



3.3. Gelenkkapsel und Gelenkhöhle

3.3.1. Articulatio humeri

Das Schultergelenk der Katze besitzt eine geräumige Gelenkkapsel, die eine kaudolaterale (Durchmesser 25 bis 28 mm), eine kraniolaterale (Durchmesser 5 bis 8 mm) und eine mediale Ausbuchtung (Durchmesser 9 bis 11 mm) besitzt.

Medial verbindet sich die Kapsel mit der Endsehne des M. subscapularis, lateral und kranial mit den Endsehnern des M. infraspinatus bzw. des M. supraspinatus. Sie besitzt medial und lateral Verstärkungszüge, auf die schon bei der Beschreibung des Bandapparates eingegangen wurde.

Die Ansatzlinie der Gelenkkapsel verläuft an der Scapula entlang dem Knorpelsaum, der die Gelenkpfanne umgibt. Am Humerus heftet sie sich medial an die Grenze zwischen Humeruskopf und Tuberculum minus. Kaudal verläuft sie entlang dem dreieckigen Begrenzungssaum des Humeruskopfes und lateral an der Verbindungslinie von Humeruskopf und Tuberculum majus. Kranial erreicht sie das Ligamentum transversum humeri. Hier wird die Synovialis von der Endsehne des M. biceps brachii von kranial her eingestülpt, so daß eine gekröseartige Doppelfalte entsteht. Die frei durch die Gelenkhöhle verlaufende Bicepssehne besitzt also auch bei der Katze eine Kapselsehnenscheide.

3.3.2. Articulatio cubiti

Die Kapsel des Ellbogengelenkes schließt die Articulatio radio-ulnaris proximalis mit ein.

Die Kapsel des Ellbogengelenkes besitzt drei Ausbuchtungen: eine kaudolaterale mit 5 mm Durchmesser, die vom Epicondylus

lateralis humeri und vom Ligamentum olecrani begrenzt wird, eine kraniomediale unter dem M. biceps brachii, deren Durchmesser 4,5 mm beträgt, und schließlich eine kraniolaterale unter dem M. extensor digitalis communis mit einem Durchmesser von 4 mm.

Die Kapsel ist eng mit den beiden Seitenbändern und dem Ringband verbunden. Das Ligamentum olecrani ist nicht ohne Substanzverlust von der Gelenkkapsel zu trennen. Medial heften sich der Kapsel die Endsehnen des M. flexor digitalis profundus und des M. flexor carpi radialis an, lateral die des M. extensor carpi radialis und des M. extensor digitalis communis.

Die Ansatzlinie der Gelenkkapsel verläuft folgendermaßen: Kranial am Humerus befestigt sich die Kapsel in einer konvexen Linie proximal der Fossa radialis. Lateral und medial verläuft sie an der Grenze zwischen der Trochlea humeri und den Epiconylen, kaudal entlang der Begrenzung der Fossa olecrani. An der kranialen Fläche des Radius erfolgt die Befestigung unmittelbar distal des Gelenkknorpels; seitlich in 2,5 bis 3 mm Abstand von ihm. Die Ansatzlinie an der Ulna beginnt lateral und medial an der Grenze zwischen Processus coronoideus und dem Corpus ulnae, verläuft dann entlang der Begrenzung der Incisura trochlearis und umschlingt kaudal den Processus anconaeus.

3.3.3. Articulatio carpi

Das Karpalgelenk besteht aus der Articulatio antebrachio-carpea, der Articulatio mediocarpea und den Articulationes carpometacarpeae. Die Gelenkhöhlen der beiden distalen Etagen kommunizieren miteinander.

3.3.3.1. Articulatio antebrachiocarpea

Die Gelenkkapsel der Articulatio antebrachiocarpea schließt die Articulatio radioulnaris distalis und die Articulatio ossis carpi accessorii mit ein.

Dorsal befinden sich zwei Ausbuchtungen: Ein Recessus von 8 mm Durchmesser liegt lateral der Endsehne des M. extensor carpi radialis; ein weiterer befindet sich distal der Articulatio radioulnaris distalis. Sein Durchmesser beträgt 11 mm.

Die Gelenkkapsel befestigt sich dorsal am Radius dicht proximal des Gelenkknorpels, medial am distalen Rand des Processus styloideus radii und palmar zwischen der Crista transversa radii und dem Gelenkknorpel. Sowohl palmar als auch dorsal wendet sich die Ansatzlinie der Gelenkkapsel zur Ulna hin nach proximal, um die Incisura ulnaris radii zu umgehen und auf die Elle überzuspringen. Hier umgibt die Gelenkkapsel den Processus styloideus entlang der Facies articularis carpea. Am Os carpi intermedioradiale inseriert die Gelenkkapsel dorsal in 2,5 mm Entfernung vom Gelenkknorpel, medial und palmar dicht distal des Knorpels. Auch am Os carpi ulnare verläuft die Ansatzlinie dorsal und palmar unmittelbar entlang des Gelenkknorpels. Lateral heftet sich die Kapsel an das Os carpi accessorium und umgibt dieses entlang der Begrenzungslinien seiner Gelenkflächen, so daß sich eine proximale, rechtwinklige und eine distale, bogenförmige Ansatzlinie ergeben.

3.3.3.2. Articulatio mediocarpea

Die Articulatio mediocarpea besitzt eine enge Gelenkkapsel ohne Ausbuchtungen und kommuniziert mit der Articulatio carpometacarpea durch eine Öffnung zwischen dem Os carpale tertium und dem Os carpale quartum.

Die proximale Ansatzlinie der Gelenkkapsel am Os carpi intermedio-radiale und am Os carpi ulnare verläuft dorsal in einer Entfernung von 1 bis 1,5 mm vom Gelenkknorpel, lateral und medial in einem Abstand von 2 mm und palmar dicht am Gelenkknorpel. Die distale Ansatzlinie an den Ossa carpalia primum bis quartum grenzt unmittelbar an die überknorpelten Gelenkflächen.

3.3.3.3. Articulationes carpometacarpeae

Die Kapsel der distalen Abteilung des Karpalgelenkes schließt die Articulationes intermetacarpeae mit ein.

Ausbuchtungen fehlen der schlauchförmigen Gelenkkapsel.

Ihre Ränder befestigen sich unmittelbar neben den überknorpelten Gelenkflächen der beteiligten Karpalknochen, Os carpale primum bis quartum. An den Mittelfußknochen reicht die Kapsel weiter nach distal, um die Articulationes intermetacarpeae zu umgeben. Dabei setzt sie dorsal 3,5 bis 4 mm, palmar bis zu 2 mm distal des Gelenkknorpels an.

3.3.3.4. Articulationes intercarpeae

Die Gelenkspalten der Articulationes intercarpeae sind vollständig mit Bindegewebe ausgefüllt, so daß keine Tusche injiziert werden konnte. Die einzige Ausnahme bildet der Spalt zwischen Os carpale tertium und quartum, der die schon beschriebene Verbindung der unteren beiden Etagen des Karpalgelenkes bildet.

4. Funktionelle Betrachtungen

4.1. Bewegungsumfang

4.1.1. Schultergelenk

Winkelnotierungen an 12 anatomischen Präparaten :

Sagittalebene	Extension	Standwinkel	Flexion	Bewegungsumfang
S	161°-170°	nicht be- stimmbar	24°-36°	135°-150°

A-Ebene	Abduktion	Standwinkel	Adduktion	Bewegungsumfang
A	54°-66°	-0°	51°-60°	104°-126°

Rotation	Außenrotation	Standwinkel	Innenrotation	Bewegungsumfang
R	42°-51°	-0°	35°-42°	77°-92°

Winkelnotierungen an 6 lebenden Katzen nach Sedation:

S	158°-165°	-/-	28°-39°	135°-140°
A	52°-62°	-0°	48°-55°	98°-118°
R	40°-46°	-0°	31°-36°	73°-86°

Winkelnotierungen an 6 lebenden Katzen ohne Sedation:

S	145°-160°	105°-115°	30°-45°	120°-135°
A	45°-55°	-0°	45°-50°	95°-100°
R	35°-40°	-0°	20°-30°	60°-70°

4.1.2. Ellbogengelenk

Winkelnotierungen an 12 anatomischen Präparaten:

Sagittalebene	Extension	Standwinkel	Flexion	Bewegungsumfang
S	161°-170°	-/-	19°-25°	141°-150°

Winkelnotierungen an 6 lebenden Katzen nach Sedation:

S	157°-166°	-/-	22°-31°	134°-145°
---	-----------	-----	---------	-----------

Winkelnotierungen an 6 lebenden Katzen ohne Sedation:

S	135°-150°	140°-145°	30°-35°	105°-120°
---	-----------	-----------	---------	-----------

4.1.3. Unterarm

Winkelnotierungen an 12 anatomischen Präparaten:

Rotation	Supination	Standwinkel	Pronation	Bewegungsumfang
R	22°-26°	-/-	88°-96°	111°-123°

Winkelnotierungen an 6 lebenden Katzen nach Sedation:

R	14°-23°	-/-	85°-94°	102°-116°
---	---------	-----	---------	-----------

Winkelnotierungen an sechs lebenden Katzen ohne Sedation:

R	0-10°	90° *	85°-95°	90°-105°
---	-------	-------	---------	----------

4.1.4. Karpalgelenk

Winkelnotierungen an 12 anatomischen Präparaten:

Sagittalebene	Extension	Standwinkel	Flexion	Bewegungsumfang
S	211°-228°	-/-	34°- 48°	166°-192°

A-Ebene	Abduktion	Standwinkel	Adduktion	Bewegungsumfang
A	18°-25°	-/-	9°-16°	27°-36°

* Unterarm in Pronationsstellung

Winkelnotierungen an 6 lebenden Katzen nach Sedation:

S	212°-222°	-/-	39°-51°	159°-181°
---	-----------	-----	---------	-----------

A	15°-19°	-/-	9°-13°	24°-30°
---	---------	-----	--------	---------

Winkelnotierungen an 6 lebenden Katzen ohne Sedation:

S	205°-210°	195°-200°	50°-65°	150°-160°
---	-----------	-----------	---------	-----------

A	10°-15°	0°-5°	10°	20°-25°
---	---------	-------	-----	---------

Winkelnotierungen an 4 Bänderpräparaten unter Berücksichtigung der einzelnen Etagen des Karpalgelenkes:

a. Ohne Hemmung

S	216°-232°	-/-	31°-38°	169°-193°
---	-----------	-----	---------	-----------

A	22°-30°	-/-	11°-12°	33°-39°
---	---------	-----	---------	---------

b. Nach Hemmung des Arm-Vorderfußwurzelgelenkes:

S	209°-214°	-/-	159°-173°	41°-53°
---	-----------	-----	-----------	---------

A	6°-7°	-/-	3°-5°	9°-12°
---	-------	-----	-------	--------

Nach Abzug des so ermittelten Bewegungsumfanges von dem des ungehemmten Karpalgelenkes ergibt sich für das Arm-Vorderfußwurzelgelenk in der Sagittalebene ein Bewegungsumfang von 128° - 140° in der A-Ebene einer von 22° - 27° .

Nach Hemmung des Vorderfußwurzel-Mittelgelenkes:

S	214° - 226°	-/-	58° - 69°	152° - 161°
A	14° - 22°	-/-	8° - 13°	22° - 33°

Daraus ergibt sich für das Vorderfußwurzel-Mittelgelenk ein Bewegungsumfang von 27° - 32° in der Sagittalebene und einer von 6° - 11° in der A-Ebene.

Nach Hemmung des Vorderfußwurzel-Mittelfußgelenkes:

S	216° - 232°	-/-	60° - 66°	159° - 175°
A	20° - 23°	-/-	9° - 11°	30° - 34°

Daraus ergibt sich für das Vorderfußwurzel-Mittelfußgelenk ein Bewegungsumfang von 10° - 17° in der Sagittalebene und einer von 3° - 4° in der A-Ebene.

Nach Hemmung der *Articulatio ossis carpi accessorii* ist keine Abduktion mehr möglich, die Adduktion ist um 7° - 9° verringert. Für den Bewegungsumfang in der Sagittalebene ergab sich keine Veränderung.

4.2. Beschreibung des Bewegungsvorgangs

4.2.1. Schultergelenk

Die Beweglichkeit des Schultergelenks der Katze wird durch die anliegenden Muskeln nur geringgradig eingeschränkt. Daher kann es, im Gegensatz zu dem der großen Haussäugetiere, als freies Gelenk bezeichnet werden.

Folgende drei Grundbewegungen bilden die Grundlage der Bewegung im Schultergelenk:

4.2.1.1. Vor- und Zurückführen der Gliedmaße in der Sagittalebene (Extension/Flexion)

Während der Flexion findet immer eine geringgradige Außenrotation des Humerus (5°) statt. Umgekehrt ist die Extension an eine entsprechende Innenrotation gebunden.

4.2.1.2. Bewegung des Oberarmes in der A-Ebene (Adduktion/Abduktion)

Die Adduktion ist ebenfalls immer mit einer Tendenz zur Außenrotation verbunden, die Abduktion mit einer Innenrotation.

4.2.1.3. Bewegung um die Längsachse des Humerus (Rotation)

Das Rotationsvermögen ist bei gebeugtem Schultergelenk größer als bei gestrecktem. Die eingeschränkte Rotationsmöglichkeit bei gestrecktem Gelenk führt zu einer größeren Stabilität im Stand und beim Landen nach einem Sprung.

Alle drei Bewegungsrichtungen können miteinander kombiniert werden und liefern so die Grundlage zum vielseitigen Gebrauch der Vordergliedmaße der Katze (Klettern, Beute schlagen,

Schleichen usw.). Wesentlich scheint dabei, daß die Bewegung des Humerus nicht in einer Ebene stattfindet, sondern immer eine Kurve durch den Raum beschreibt. Eine pendelförmige Bewegung ist im Schultergelenk der Katze nicht möglich. Der Grund für den Zwangsablauf dieser Bewegung im vielachsigen Gelenk liegt in der Inkongruenz der Gelenkflächen.

4.2.2. Ellbogengelenk

Das Ellbogengelenk der Katze ist ein zusammengesetztes Gelenk. Es besteht aus der *Articulatio humeroulnaris* und der *Articulatio humeroradialis*. Das Gelenk zwischen Humerus und Ulna ist durch die Schrägstellung seiner Gelenkflächen als Schraubengelenk gekennzeichnet. Das Gelenk zwischen Humerus und Radius ist sowohl ein Walzengelenk als auch ein Drehgelenk.

4.2.2.1. Bewegung in der Sagittalebene (Extension/Flexion)

Auf Grund der engen Verbindung der Unterarmknochen miteinander können die beiden Einzelgelenke nicht getrennt bewegt werden. Bei fixiertem Humerus bewegt sich, bedingt durch die Schrägstellung der Gelenkflächen an Humerus und Ulna, das distale Ende der Unterarmknochen während der Flexion nach medial und umgekehrt während der Extension nach lateral.

Ein Federungsphänomen im Sinne eines " Schnappgelenks " ist bei der Katze nicht nachzuweisen.

4.2.2.2. Drehbewegung in der *Articulatio humeroradialis*

Die Drehung des Radius um seine Längsachse ist Voraussetzung für die im nächsten Abschnitt beschriebene Bewegung der Unterarmknochen umeinander. Hierbei fungiert die *Articulatio humeroradialis* als Drehgelenk. Die Drehung des Radius ist nach Fixation

der Radioulnargelenke nicht mehr möglich. Bei gestrecktem Ellbogengelenk ist das Drehvermögen geringer als bei gebeugtem.

4.2.3. Radioulnargelenke

Die Gelenke zwischen den Unterarmknochen sind zwei einachsige Gelenke: *Articulatio radioulnaris proximalis* und *distalis*. Die Drehachsen sind von proximal nach distal gerichtet. Die beiden Gelenke können nicht getrennt voneinander bewegt werden.

4.2.3.1. Supination

Bei der Supination werden die Unterarmknochen parallel gestellt. Die dorsale Fläche der Pfote zeigt nach laterokaudal. Bei zunehmender Streckung des Ellbogengelenks nimmt die Fähigkeit zur Supination ab.

4.2.3.2. Pronation

Bei der Pronation überkreuzen sich die Unterarmknochen. Die dorsale Fläche der Pfote zeigt nach vorn. Im proximalen Radioulnargelenk ist die Bewegung exzentrisch, bedingt durch den ovalen Radiuskopf. Dadurch kann keine Überdehnung der *Membrana interossea* stattfinden (GONEYA, 1977). Das Ausmaß der Pronation wird bei der Katze durch die laterale Lage der *Incisura radialis ulnae* eingeschränkt.

4.2.4. Karpalgelenk

Das Karpalgelenk ist ein zusammengesetztes Gelenk. Es besteht aus folgenden Einzelgelenken:

Articulatio antebrachio-carpea: Die Einzelgelenke zwischen Radius und *Os carpi intermedioradiale* einerseits und zwischen Ulna und *Os carpi ulnare* andererseits sind zu unterscheiden.

Insgesamt ist die Gelenkspalte als Ellipsoidgelenk zu definieren.

Articulatio mediocarpea: Es artikulieren miteinander das Os carpi intermedioradiale einerseits und das Os carpale primum, secundum und tertium andererseits, zweiachsig am Os carpi intermedioradiale nur das Os carpale quartum, schließlich das Os carpi ulnare und das Os carpale quartum. Dieser Gelenkspalt wird zu einem Wechselgelenk.

Articulationes carpometacarpeae; Es handelt sich ausschließlich um einachsige Gelenke mit Führungsrinnen und Führungskämmen.

Articulationes intercarpeae: Die Gelenke zwischen den Karpalknochen innerhalb der einzelnen Reihen sind straff. Als Ausnahme ist das Gelenk zwischen Os carpi ulnare und Os carpi intermedioradiale anzusehen. Hier handelt es sich um ein einachsiges Gelenk mit der Bewegungsmöglichkeit in der A-Ebene.

Articulatio ossis carpi accessorii: Zwischen Os carpi accessorium und Os carpi ulnare sowie zwischen Os carpi accessorium und Ulna befindet sich je ein Wechselgelenk.

4.2.4.1. Bewegung in der Sagittalebene (Extension/Flexion)

Hieran sind alle Einzelgelenke der Articulatio antebrachio-carpea, der Articulatio mediocarpea und bei der Katze auch die Articulationes carpometacarpeae beteiligt.

Bei Extension und Flexion des Karpalgelenks werden die Mittelhandknochen nicht in der Ebene bewegt, in der sich die Unterarmknochen befinden. Bedingt durch die Führungsrinnen und -kämme der Articulationes mediocarpea und carpometacarpeae bewegt sich, bei in der Sagittalebene fixiertem Unterarm, das distale Ende

der Mittelhandknochen bei der Flexion nach lateral. Bei der Extension nähert es sich wieder der Sagittalebene.

Wird eines der Einzelgelenke der *Articulatio antebrachio-carpeae* fixiert, so ist der Bewegungsumfang dieser Gelenketape stark eingeschränkt (62° - 80° statt 128° - 140°). wird dagegen ein Einzelgelenk der anderen beiden Abteilungen fixiert, kann das Gelenk in der entsprechenden Etage überhaupt nicht mehr gebeugt oder gestreckt werden. Durch die straffen *Articulationes intercarpeae* werden die einzelnen Knochen einer Reihe zu einer weitgehend starren Querstange degradiert.

4.2.4.2. Bewegung in der A-Ebene (Adduktion/Abduktion)

Hieran sind hauptsächlich drei Einzelgelenke beteiligt: Die Gelenke zwischen Radius und *Os carpi intermedioradiale*, Zwischen Ulna und *Os carpi ulnare*, sowie zwischen *Os carpi intermedioradiale* und *Os carpale quartum*.

Bedingt durch ihre straffe Verbindung zum *Os carpale quartum*, werden die übrigen Knochen der zweiten Reihe bei der Adduktion nach palmar bewegt. Das wird allerdings erst bei gleichzeitiger Adduktion in dem Gelenk zwischen Radius und *Os carpi intermedioradiale* möglich; denn mit Schrägstellung des *Os carpi intermedioradiale* weichen dessen Führungsrinnen soweit von der Sagittalebene ab, daß sie kein Hindernis mehr für die angeführte Bewegung der *Ossa carpalia* darstellen.

Als Folge seiner engen Bindung an das *Os carpi ulnare* wird das *Os carpi accessorium* während der Adduktion geringgradig nach palmar verlagert, bei der Abduktion nach lateral. Wird die *Articulatio ossis carpi accessorii* fixiert, so wird der

Bewegungsumfang des Karpalgelenkes in der A-Ebene geringgradig reduziert.

4.2.4.3. Einfluß auf Supination und Pronation

Obwohl sich zwischen Radius und Os carpi intermedioradiale sowie zwischen Ulna und Os carpi ulnare Ellipsoidgelenke befinden, sind im Karpalgelenk selbst keine Drehbewegungen möglich. Sie werden durch die enge Bindung des Os carpi ulnare an das Os carpi intermedioradiale verhindert. Drehbewegungen sind immer eine Folge der Bewegung der Unterarmknochen umeinander. Allerdings ist die ungehinderte Beweglichkeit der Articulatio antebrachio-carpea Voraussetzung für Pronation und Supination. Nach Fixierung dieses Gelenkes ist auch die Pronation-Supination-Bewegung eingeschränkt.

Auf die Beteiligung der einzelnen Etagen am Bewegungsumfang des gesamten Karpalgelenks wurde bereits in Kapitel 4.1.4. eingegangen.

4.3. Krümmungsverhalten der Gelenkkörper

4.3.1. Articulatio humeri

Die Gelenkpfanne der Scapula gelenkt mit dem Humeruskopf. An dem freien Gelenk wurden die Führungslinien zu den Bewegungen in der Sagittalebene (Abb. 55/1), in der A-Ebene (55/2) und bei der Rotation (55/3) ermittelt.

Die Führungslinie in der Sagittalebene (56/1) umfaßt zwei Sektoren. Der kraniale besitzt einen Halbmesser von $r = 3,8$ mm und überspannt einen Zentriwinkel von 22° . Kaudal rollt sich die Führungslinie weiter ein. Der Halbmesser verkürzt sich auf $r = 4,6$ mm. Der Zentriwinkel beträgt 68° .

In der A-Ebene (56/2) ist die Führungslinie lateral stärker gekrümmt als medial. Dabei überspannt der Kreisbogen zunächst einen Zentriwinkel von 51° und besitzt einen Halbmesser von $r = 7,3$ mm. Dieser flacht im zweiten Sektor auf $r = 10,5$ mm ab. Der mediale Zentriwinkel beträgt 14° .

Die Führungslinie der Rotationsbewegung (56/3) ändert ihr Krümmungsverhalten zweimal. Innen beginnend ist sie zunächst mit einem Halbmesser von $r = 7,2$ mm gekrümmt. Der dazugehörige Bogen überspannt einen Zentriwinkel von 10° . In der Mitte erhält die Führungslinie einen Krümmungszuwachs auf $r = 4,6$ mm. Der Zentriwinkel beträgt 39° . Im äußeren Sektor wird die Krümmung wieder flacher. Der Halbmesser beträgt $r = 12,4$ mm bei einem Zentriwinkel von 12° .

Abb. 55

Rechte Cavitas glenoidalis
Ansicht von kranioventral
Schnittführung

- 1 in der Sagittalebene
2 in der Ebene A
3 bei der Rotation

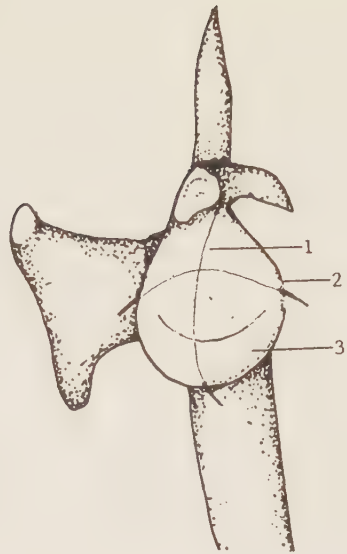
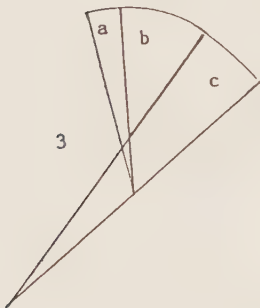
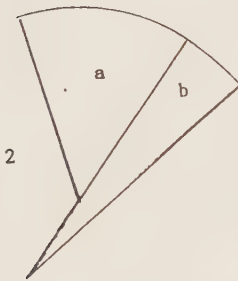
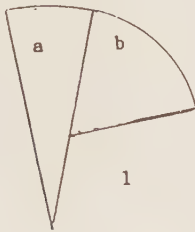


Abb. 56

Schnittprofile der Führungs-
linien

- 1 Führungslinie der Sagittal-
ebene
a kranialer Sektor
b kaudaler Sektor
2 Führungslinie der A-Ebene
a lateraler Sektor
b medialer Sektor
3 Führungslinie bei der Rota-
tion
a innerer Sektor
b mittlerer Sektor
c äußerer Sektor

Am Caput humeri ändert sich das Krümmungsverhalten in der Sagittalebene dreimal (57/1, 58/1). Dabei erhält der kraniale Sektor den Halbmesser $r = 3,5$ mm und den Zentriwinkel 69° . Danach flacht die Führungslinie bis $r = 7,6$ mm ab. Der Zentriwinkel beträgt dabei 25° . Anschließend rollt sich die Führungslinie wieder ein. Der Sektor besitzt einen Zentriwinkel von 62° und einen Halbmesser von $r = 3,8$ mm. Kaudal nimmt die Krümmung wieder etwas ab. Die Führungslinie überspannt 37° . Der Halbmesser beträgt $r = 4.6$ mm.

An der Führungslinie in der A-Ebene (57/2, 58/2) ist lateral zunächst keine Krümmung erkennbar. Erst nach einer Strecke von 1,7 mm erhält sie einen Biegungszuwachs von $r = 5$ mm. Der Bogen überspannt 50° . Medial schließt sich ein Sektor von 24° an, dessen Krümmung $r = 9$ mm beträgt.

Die Führungslinie bei der Rotation (57/3, 58/3) verliert nach außen hin ihre Krümmung. Der innerste Sektor besitzt daher mit $r = 3,5$ mm den kleinsten Halbmesser. Sein Zentriwinkel beträgt 75° . Ihm folgt ein Sektor mit dem Zentriwinkel 29° und einer Krümmung von $r = 4,6$ mm. Außen schließt sich das 3 mm lange krümmungsfreie Ende der Führungslinie an.

Abb. 57

Rechtes Caput humeri
Ansicht von kaudal
Schnittführung

- 1 in der Sagittalebene
- 2 in der A-Ebene
- 3 bei der Rotation

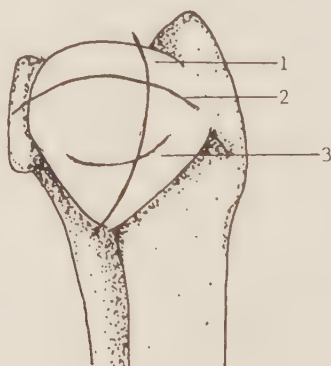
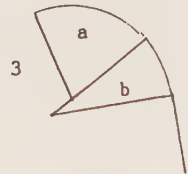
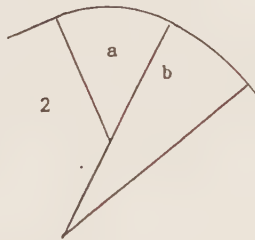
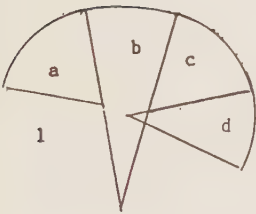


Abb. 58

Schnittprofile der Führungslinien

- 1 Führungslinie in der Sagittalebene
 - a kranialer Sektor
 - b } mittlere Sektoren
 - c }
 - d kaudaler Sektor
- 2 Führungslinie in der Ebene A
 - a lateraler Sektor
 - b medialer Sektor
- 3 Führungslinie bei der Rotation
 - a innerer Sektor
 - b äußerer Sektor



4.3.2. Articulatio cubiti

Der Condylus humeri gelenkt mit dem Caput radii und der Incisura trochlearis ulnae. Da es sich hier um ein Walzengelenk handelt, findet die Bewegung nur in der Sagittalebene statt.

Am Condylus humeri wurden zwei Führungslinien ermittelt: Eine mediale an der Trochlea humeri (59/1) und eine laterale am Capitulum humeri (59/2). Die mediale Führungslinie (60/1) ist kaudal 1 mm und kranial 1,4 mm weit vollkommen flach. Zwischen den zwei krümmungslosen Strecken befinden sich zwei Sektoren unterschiedlicher Krümmung. Der größere kraniale Sektor mit dem Zentriwinkel 37° erreicht den Halbmesser $r = 4\text{mm}$. Kaudal davon erfährt die Führungslinie einen Biegungszuwachs auf $r = 3,1\text{ mm}$. Der dazugehörige Zentriwinkel beträgt 29° .

Die laterale Führungslinie (60/2) kann in vier Sektoren unterteilt werden. Der kraniale besitzt einen Halbmesser von $r = 6,3\text{ mm}$ und damit das flachste Bogenstück. Sein Zentriwinkel beträgt 9° . Ihm schließt sich ein Sektor mit dem Zentriwinkel 32° an. Die Krümmung steigt auf $r = 2,8\text{ mm}$ an. Danach fällt sie wieder auf $r = 5\text{ mm}$ ab. Der Kreisausschnitt überspannt 33° . Im letzten Sektor erfährt die Führungslinie wieder einen Biegungszuwachs auf $r = 3,4\text{ mm}$. Der Zentriwinkel beträgt 50° .

Abb. 59

Rechter Condylus humeri
Ansicht von kraniodistal
Schnittführung



1 mediale Führungslinie
2 laterale Führungslinie

Abb. 60

Schnittprofile der Führungslinien

1 mediale Führungslinie

a kranialer Sektor

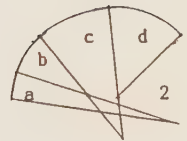
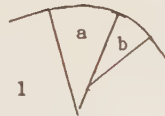
b kaudaler Sektor

2 laterale Führungslinie

a kranialer Sektor

b } mittlere Sektoren
c }

d kaudaler Sektor



Von den entsprechenden Führungslinien auf den Unterarmknochen befindet sich die mediale (61/1) nur auf der Ulna. Die laterale (61/2) verläuft kranial über den Radius und kaudal über die Ulna.

Die laterale Führungslinie (62/2) ist im kranialen Abschnitt nur mäßig gekrümmt. Der Halbmesser beträgt $r = 5,7$ mm bei einem Zentriwinkel von 63° . Im nächsten Abschnitt nimmt die Krümmung auf $r = 2,9$ mm zu. Der Zentriwinkel beträgt 80° . Kaudal schließt sich ein 1 mm langes Kurvenstück an, das keine deutlich Krümmung mehr erkennen läßt.

An der medialen Führungslinie (62/1) wurden vier Abschnitte unterschiedlicher Krümmung ermittelt. Der kraniale Sektor ist mit einem Zentriwinkel von 70° der größte. Sein Halbmesser beträgt $r = 5$ mm. Anschließend rollt sich die Führungslinie ein. Die Krümmung wächst auf $r = 1,9$ mm. Der Zentriwinkel beträgt 50° . Im folgenden Sektor wird die Kurve wieder flacher. Der Halbmesser erreicht $r = 3,1$ mm. Der Bogen überspannt 48° . Zuletzt verliert die Führungslinie auf einer 1,6 mm langen Strecke ihre Krümmung vollständig.

Abb. 61

Proximales Ende der rechten Unterarmknochen
Ansicht von proximal
Schnittführung

- 1 mediale Führungslinie
- 2 laterale Führungslinie

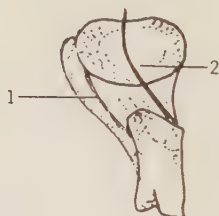
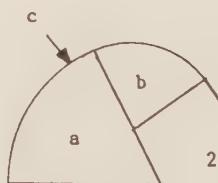
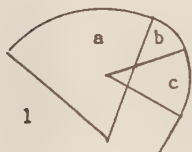


Abb. 62

Schnittprofile der Führungslinien

- 1 mediale Führungslinie
 - a kranialer Sektor
 - b mittlerer Sektor
 - c kaudaler Sektor
- 2 laterale Führungslinie
 - a kranialer Sektor
 - b kaudaler Sektor
 - c Übergang vom Radius auf die Ulna



4.3.3. Radioulnargelenke

4.3.3.1. Articulatio radioulnaris proximalis

In diesem Walzengelenk artikuliert die Incisura radialis ulnae mit der Circumferentia articularis radii.

Die Führungslinie der Incisura radialis ulnae kann in drei Abschnitte unterschiedlicher Krümmung eingeteilt werden. Der kraniomediale Sektor umfaßt 49° . Sein Halbmesser beträgt $r = 2$ mm. Nach kaudal hin wird die Kurve immer flacher. Dabei erhält der mittlere Sektor mit dem Zentriwinkel 47° den Halbmesser $r = 3,7$ mm. Der kaudolaterale erreicht eine Krümmung von $r = 6$ mm. Sein Zentriwinkel ist 26° .

Abb. 63

Rechte Incisura radialis Ulnae
Ansicht von lateral
Schnittführung

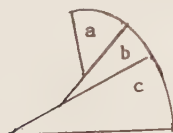


Abb. 64

Schnittprofil der Führungslinie

- a kraniomedialer Sektor
- b mittlerer Sektor
- c kaudolateraler Sektor

Auch die Führungslinie der Circumferentia articularis radii umfaßt drei Sektoren. Der kraniomediale besitzt einen Zentriwinkel von 60° und eine Krümmung von $r = 4,6$ mm. Im mittleren Sektor flacht die Kurve auf $r = 5,1$ mm ab. Dabei überspannt sie einen Zentriwinkel von 29° . Kaudolateral erfährt die Kurve mit $r = 3,6$ mm wieder einen Biegungszuwachs. Der dazugehörige Zentriwinkel umfaßt 44° .

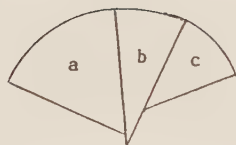
Abb.65

Rechte Circumferentia articularis radii
Ansicht von medial
Schnittführung



Abb. 66

Schnittprofil der Führungslinie



a: kraniomedialer Sektor
b: mittlerer Sektor
c: kaudolateraler Sektor

4.3.3.2. Articulatio radioulnaris distalis

Auch bei der distalen Verbindung der Unterarmknochen handelt es sich um ein Walzengelenk. Hier gelenken die Circumferentia articularis ulnae und die Incisura ulnaris radii miteinander.

Die Führungslinie der Circumferentia articularis ulnae umfaßt zwei Sektoren. Der kraniale ist mit einem Halbmesser von $r = 2,2 \text{ mm}$ stärker gekrümmt als der kaudale. Hier beträgt die Krümmung $r = 3,6 \text{ mm}$. Die Zentriwinkel betragen 26° (kranial) und 17° (kaudal).

Abb. 67

Rechte circumferentia articularis ulnae
Ansicht von medial
Schnittführung



Abb. 69

rechte Incisura ulnaris radii
Ansicht von lateral
Schnittführung



An der Incisura ulnaris radii ist die Krümmung einheitlich. Die Führungslinie überspannt einen Sektor von 34° und hat eine Krümmung von $r = 3,8 \text{ mm}$.



Abb. 68

Schnittprofil der Führungslinie

a kranialer Sektor
b kaudaler Sektor



Abb. 70

Schnittprofil der Führungs-
linie

4.3.4. Articulatio carpi

4.3.4.1. Articulatio antebrachiocarpea

Die proximale Etage des Karpalgelenks wird einerseits von den Facies articulares der Unterarmknochen und andererseits von den proximalen Gelenkflächen des Os carpi intermedioradiale und des Os carpi ulnare gebildet. Es handelt sich um zweiachsige Gelenke. Daher sind neben Bewegungen in der Sagittalebene auch solche in der A-Ebene möglich. Aus der Kombination beider Bewegungen resultierende Kreisbewegungen sind im Karpalgelenk der Katze nicht möglich, da die Verbindung der Karpalknochen untereinander diese Bewegung verhindert.

An der Gelenkpfanne des Radius beginnt die sagittale Führungslinie (71/1, 72/1) dorsal mit einem mäßig gekrümmten Abschnitt. Der Halbmesser beträgt $r = 7,1$ mm, der dazugehörige Zentriwinkel 17° . Nach palmar erfährt die Kurve zunächst einen Biegungszuwachs auf $r = 3,7$ mm, den sie über einen Zentriwinkel von 32° beibehält. Der palmare Sektor ist wieder flacher. Sein Halbmesser ist $r = 6,7$ mm, Sein Zentriwinkel 17° .

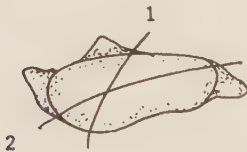


Abb. 71

Rechter Radius
Ansicht von distal
Schnittführung

1 in der Sagittalebene
2 in der A-Ebene

In der A-Ebene (71/2, 72/2) besitzt die Facies articularis carpea des Radius eine konstante Krümmung von $r = 3,9$ mm. Hier beträgt der Zentriwinkel 78° .

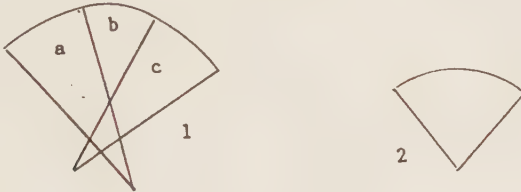
Abb. 72

Schnittprofile der Führungslinien

1 Führungslinie in der Sagittalebene

- a dorsaler Sektor
- b mittlerer Sektor
- c palmarer Sektor

2 Führungslinie in der A-Ebene



Die proximale Gelenkfläche des Os carpi intermedioradiale weist in der Sagittalebene (73/1, 74/1) dorsal eine Krümmung von $r = 3,9$ mm und einen Zentriwinkel von 41° auf. Im anschließenden Sektor mit dem Zentriwinkel 49° steigt die Krümmung stetig an. Sie erreicht am palmaren Ende der Führungslinie $2,8$ mm.

In der A-Ebene (73/2, 74/2) wurden zwei Sektoren unterschiedlicher Krümmung ermittelt. Lateral beträgt der Halbmesser $r = 6$ mm und der Zentriwinkel 13° . Dann rollt sich die Führungslinie ein und erreicht einen Halbmesser von $r = 3,9$ mm. Der dazugehörige Zentriwinkel hat 62° .

Abb. 73

Rechtes Os carpi intermedioradiale
Ansicht von proximal
Schnittführung

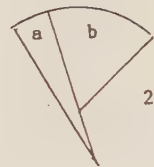
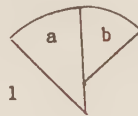
- 1 in der Sagittalebene
- 2 in der A-Ebene



Abb. 74

Schnittprofile der Führungslinien

- 1 Führungslinie in der Sagittalebene
 - a dorsaler Sektor
 - b palmarer Sektor
- 2 Führungslinie in der A-Ebene
 - a lateraler Sektor
 - b medialer Sektor



Auf der Facies articularis carpea der Ulna erhält man zwei Führungslinien in der Sagittalebene (75/1) und eine in der A-Ebene (75/2).

Die mediale Führungslinie in der Sagittalebene (76/1) verläuft über die knopfförmige Gelenkfläche, die mit dem Os carpi ulnare artikuliert. Sie beginnt dorsal mit einem Sektor von 11° , der den Halbmesser $r = 2,9 \text{ mm}$ besitzt. Im weiteren Verlauf nimmt die Krümmung zu. Sie erreicht $r = 2 \text{ mm}$. Der Zentriwinkel beträgt 25° .

Die laterale Führungslinie in der Sagittalebene wird bei der Articulatio ossis carpi accessorii besprochen.

Die Führungslinie in der A-Ebene befindet sich auch auf der Gelenkfläche für das Os carpi ulnare. Ihrer Krümmung wird der Halbmesser $r = 2 \text{ mm}$ zugeordnet. Der Zentriwinkel beträgt hier 36° .

Abb. 75

Facies articularis carpea der rechten Ulna
Ansicht von distal
Schnittführung

- 1 in der Sagittalebene
- a laterale Führungslinie
- b mediale Führungslinie
- 2 in der A-Ebene

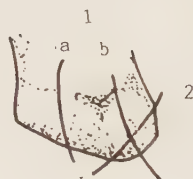


Abb. 76

Schnittprofile der Führungslinien



- 1 mediale Führungslinie in der
Sagittalebene
- a dorsaler Sektor
- b palmarer Sektor
- 2 Führungslinie in der A-Ebene

An der proximalen Gelenkfläche des Os carpi ulnare wurden zwei Führungslinien ermittelt (77/1, 77/2).

Die Führungslinie in der Sagittalebene (78/1) besitzt zwei Sektoren unterschiedlicher Krümmung. Der dorsale Sektor ist stärker gebogen und erreicht einen Halbmesser von $r = 4,2 \text{ mm}$. Sein Zentriwinkel erhält 13° . Der flachere palmarer Sektor besitzt einen Halbmesser von $r = 5,3 \text{ mm}$ und einen Zentriwinkel von 11° .

Auch die Führungslinie in der A-Ebene erhält zwei Sektoren (78/2). Der laterale hat eine Krümmung von $r = 3,3 \text{ mm}$, bei einem Zentriwinkel von 12° . Der mediale ist flacher. Der Halbmesser steigt auf $r = 4,7 \text{ mm}$ an. Sein Zentriwinkel ist 7° .

Abb. 77

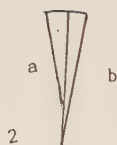
Rechtes Os carpi ulnare
Ansicht von proximal
Schnittführung

1 in der Sagittalebene
2 in der A-Ebene



Abb. 78

Schnittprofile der Führungslinien



- 1 Führungslinie in der Sagittalebene
 - a dorsaler Sektor
 - b palmarer Sektor
- 2 Führungslinie in der A-Ebene
 - a lateraler Sektor
 - b medialer Sektor

4.3.4.2. Articulatio mediocarpea

Hier handelt es sich um ein Walzengelenk mit Führungsrinnen. Die knöcherne Grundlage liefern die distalen Gelenkflächen des Os carpi intermedioradiale und des Os carpi ulnare auf der einen Seite, die proximalen Gelenkflächen von Os carpale primum, secundum, tertium und quartum auf der anderen Seite. Zwischen dem Os carpi intermedioradiale und dem Os carpale quartum gibt es zusätzlich zur Bewegung in der Sagittalebene eine Bewegungsmöglichkeit in der A-Ebene.

Hierzu wurden folgende Führungslinien ermittelt.

Am Os carpi intermedioradiale wurden in der Sagittalebene fünf Führungslinien ermittelt. Diese werden in der folgenden Beschreibung durchnummeriert. Dabei ist 1 die mediale Führungslinie, an der Gelenkfläche zum Os carpale primum. Ihr folgen 2 und 3, die sich an der Gelenkfläche zum Os carpale secundum befinden. Die nächste ist 4 an der Gelenkfläche zum Os carpale tertium. Lateral schließlich liegt 5, an der Gelenkfläche zum Os carpale quartum.

Führungslinie 1 (79/1, 80/1): Die Krümmung der ersten Führungslinie nimmt von dorsal nach palmar ab. Es existieren drei Sektoren unterschiedlichen Krümmungsverhaltens. Der dorsale Sektor hat einen Zentriwinkel von 25° , sein Halbmesser beträgt $r = 3,6$ mm. Im mittleren Sektor erreicht die Krümmung nur noch $r = 5,3$ mm. Der Zentriwinkel beträgt 14° . Palmar flacht die Kurve bis auf $r = 7,3$ mm ab. Dazu wurde ein Zentriwinkel von 35° gefunden.

Führungslinie 2 (79/2, 80/2): Sie umfaßt zwei Sektoren. Auch hier nimmt die Krümmung von dorsal nach palmar ab. Dorsal beträgt sie $r = 3,8$ mm bei einem Zentriwinkel von 33° . Palmar erreicht der Halbmesser $r = 6,6$ mm. Der dazugehörige Zentriwinkel beträgt 13° .

Führungslinie 3 (79/3, 80/3): die dritte Führungslinie besitzt eine konstante Krümmung von $r = 4,3$ mm. Der Bogen überspannt einen Zentriwinkel von 49° .

Führungslinie 4 (79/4, 80/4): Hier ist wieder ein Krümmungsverlust von dorsal nach palmar zu beobachten. Der dorsale Sektor

mit dem Zentriwinkel 32° besitzt eine Krümmung von $r = 3,5$ mm. Die des palmaren Sektors dagegen beträgt nur noch $r = 5$ mm. Der palmare Zentriwinkel hat 22° .

Führungslinie 5 (79/5, 80/5) : Die laterale Führungslinie ist dorsal zunächst mit $r = 4,8$ mm gebogen. Sie verliert ihre Krümmung innerhalb eines Sektors von 37° kontinuierlich bis auf $r = 6$ mm. Palmar schließt sich ein 0,7 mm langer Abschnitt ohne Krümmung an.

In der A-Ebene wurden zwei Führungslinien ermittelt (79/6, 79/7). Beide sind gleichmäßig gebogen. Die dorsale (80/6) besitzt einen Halbmesser von $r = 7,1$ mm und überspannt einen Zentriwinkel von 14° . Die palmare (80/7) ist stärker gekrümmt. Hier beträgt der Halbmesser 5,1 mm, der Zentriwinkel 18° .

Abb. 79

Rechtes Os carpi intermedioradiale
Ansicht von distal
Schnittführung

- 1 mediale Führungslinie in der Sagittalebene
- 2 } mittlere Führungslinien in der Sagittalebene
- 3 }
- 4 }
- 5 laterale Führungslinie in der Sagittalebene
- 6 dorsale Führungslinie in der A-Ebene
- 7 palmare Führungslinie in der A-Ebene



Abb. 80

Schnittprofile der Führungslinien

1 mediale Führungslinie in der Sagittalebene

a dorsaler Sektor

b mittlerer Sektor

c palmarer Sektor

2 mittlere Führungslinie 2 in S

a dorsaler Sektor

b palmarer Sektor

3 mittlere Führungslinie 3 in S

4 mittlere Führungslinie 4 in S

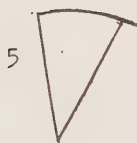
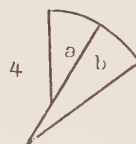
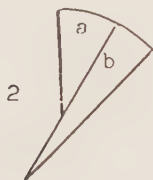
a dorsaler Sektor

b palmarer Sektor

5 laterale Führungslinie in S

6 dorsale Führungslinie in der A-Ebene

7 palmare Führungslinie in A



Die Führungslinie am Os carpi ulnare besitzt einen einheitlichen Kurvenverlauf mit dem Halbmesser $r = 5,8 \text{ mm}$ und dem Zentriwinkel 24° .

Abb. 81

Rechtes Os carpi ulnare
Ansicht von distal
Schnittführung



Abb. 82

Schnittprofil der Führungs-
linie

An der Führungslinie des Os carpale primum wurden drei Abschnitte unterschiedlicher Krümmung ermittelt. Dorsal beginnt sie mit einem Halbmesser von $r = 4,7 \text{ mm}$ bei einem Zentriwinkel von 11° . Dann rollt sich die Führungslinie weiter ein, der Halbmesser schrumpft auf $r = 1,7 \text{ mm}$ zusammen. Der dazugehörige Zentriwinkel beträgt 19° . Anschließend erfährt die Führungslinie wieder einen Biegungsverlust. Der palmare Sektor mit dem Zentriwinkel 5° hat einen Halbmesser von $r = 7,1 \text{ mm}$.

Abb. 83

Rechtes Os carpale primum
Ansicht von proximal
Schnittführung



Abb. 84

Schnittprofil der Führungslinie

- a dorsaler Sektor
- b mittlerer Sektor
- c palmarer Sektor



Das Os carpale secundum besitzt, wie schon erwähnt, eine laterale (85/2) und eine mediale Führungslinie (85/2).

Die mediale (86/1) besitzt dorsal einen Sektor von 13° , dessen Halbmesser $r = 4,1$ mm beträgt. Anschließend erfährt die Kurve einen Biegungszuwachs auf $r = 3,3$ mm. Dieser palmare Sektor hat einen Zentriwinkel von 39° .

Die laterale Führungslinie (86/2) ändert ihr Krümmungsverhalten ebenso wie ihr Gegenstück am Os carpi intermedioradiale nicht. Sie besitzt einen Halbmesser von $r = 4,7$ mm bei einem Zentriwinkel 36° .

Abb. 85

Rechtes Os carpale secundum
Ansicht von proximal
Schnittführung



- 1 mediale Führungslinie
- 2 laterale Führungslinie

Abb. 86

Schnittprofile der Führungslinien

- 1 mediale Führungslinie
 - a dorsaler Sektor
 - b palmarer Sektor
- 2 laterale Führungslinie



Die Führungslinie am Os carpale tertium ist dorsal mit einem Halbmesser von $r = 3$ mm gekrümmt. Ihr Zentriwinkel beträgt hier 10° . In der Mitte verliert die Kurve einen Teil ihrer Biegung. Der Halbmesser erreicht $r = 6,5$ mm bei einem Zentriwinkel von 19° . Palmar erfährt die Führungslinie wieder einen Krümmungszuwachs auf $r = 2,8$ mm. Diesen behält sie über einen Zentriwinkel von 29° bei.

Abb. 87

Rechtes Os carpale tertium
Ansicht von proximal
Schnittführung



Abb. 88

Schnittprofil der Führungslinie



a dorsaler Sektor
b mittlerer Sektor
c palmarer Sektor

Das Os carpale quartum besitzt in der Sagittalebene zwei Führungslinien, eine mediale (89/1a) an der Gelenkfläche zum Os carpi intermedioradiale und eine laterale (89/1b) an der Gelenkfläche zum Os carpi ulnare.

Die mediale Führungslinie (90/1) besitzt dorsal einen Halbmesser von $r = 5,1$ mm. Der Zentriwinkel beträgt 34° . Palmar flacht die Kurve ab. Sie besteht hier aus einem 1,2 mm langen Abschnitt ohne Krümmung.

Die laterale Führungslinie (90/2) ist wie die entsprechende am Os carpi ulnare gleichmäßig gekrümmt. Der Sektor hat einen Zentriwinkel von 28° und einen Halbmesser von $r = 5,8$ mm.

In der A-Ebene findet man am Os carpale quartum ebenfalls zwei Führungslinien (89/2a,b).

Die dorsale Führungslinie (90/3) ändert ihr Krümmungsverhalten einmal. Die Kurve beginnt lateral mit einem schwach gekrümmten Sektor von 8° , dessen Halbmesser $r = 8,3$ mm beträgt. Dann erfährt sie einen plötzlichen Biegungszuwachs auf $r = 3,3$ mm. Diesen behält sie über einen Sektor von 19° bei.

Die palmare Führungslinie (90/4) behält über die ganze Strecke ihre Krümmung von $r = 5,7$ mm bei. Der dazugehörige Zentriwinkel ist 20° .

Abb. 89

Rechtes Os carpale quartum
Ansicht von proximal
Schnittführung

- 1 in der Sagittalebene
 - a mediale Führungslinie
 - b laterale Führungslinie
- 2 in der A-Ebene
 - a dorsale Führungslinie
 - b palmare Führungslinie



Abb. 90

Schnittprofile der Führungslinien

- 1 mediale Führungslinie der Sagittalebene
- 2 laterale Führungslinie der Sagittalebene
- 3 dorsale Führungslinie der A- Ebene
 - a lateraler Sektor
 - b medialer Sektor
- 4 palmare Führungslinie der A-Ebene



4.3.4.3. Articulationes carpometacarpeae

Bei den Articulationes carpometacarpeae handelt es sich ausschließlich um Walzengelenke. Dabei gelenken das Os carpale primum mit den Ossa metacarpalia primum und secundum, das Os carpale secundum mit dem Os metacarpale secundum und tertium, das Os carpale tertium mit den Ossa metacarpalia tertium und quartum, das Os carpale quartum mit den Ossa metacarpalia quartum und quintum.

Dazu wurden in der Sagittalebene folgende Führungslinien ermittelt.

Am Os carpale primum findet man eine mediale (91/1) Und eine laterale Führungslinie (91/2).

Die mediale (92/1) beginnt dorsal mit einem Sektor von 10° , der den Halbmesser $r = 3,7 \text{ mm}$ besitzt. Palmar wird die Krümmung deutlicher. Der Halbmesser beträgt nur noch $r = 2 \text{ mm}$, der dazugehörige Zentriwinkel 47° .

Die laterale Führungslinie (92/2) umfaßt nur einen einzigen Sektor. Ihre Krümmung ist $r = 3,9 \text{ mm}$, der Zentriwinkel beträgt 10° .

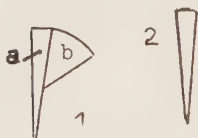
Abb. 91

Rechtes Os carpale primum
Ansicht von distal
Schnittführung

- 1 mediale Führungslinie
- 2 laterale Führungslinie



Abb. 92



Schnittprofile der Führungslinien

- 1 mediale Führungslinie
 - a dorsaler Sektor
 - b palmarer Sektor
- 2 laterale Führungslinie

Am Os carpale secundum konnte nur eine Führungslinie gefunden werden. Sie beginnt an ihrem dorsalen Ende mit einem 1 mm langen krümmungslosen Abschnitt. Der anschließende Teil besitzt eine Krümmung von $r = 3.1 \text{ mm}$ bei einem Zentriwinkel von 38°

Abb. 93

Rechtes Os carpale secundum
Ansicht von distal
Schnittführung



Abb. 94

Schnittprofil der Führungs-
linie



Am Os carpale tertium wurden wieder zwei Führungslinien, eine mediale (95/1) und eine laterale (95/2) ermittelt.

Die mediale (96/1) beginnt dorsal mit einer Krümmung von $r = 2,3$ mm. Der Zentriwinkel beträgt 35° . Dann verliert die Kurve an Biegung. Der Halbmesser erreicht jetzt $r = 3,5$ mm bei einem Zentriwinkel von 21° .

An der lateralen Führungslinie (96/2) können drei Sektoren unterschieden werden. Der dorsale besitzt einen Halbmesser von $r = 4,9$ mm und einen Zentriwinkel von 11° . Im folgenden, mittleren Sektor erfährt die Kurve einen Biegungszuwachs auf $r = 2,5$ mm. Der Zentriwinkel beträgt hier 31° . Dann läßt die Krüm-

mung wieder nach. Der Halbmesser erreicht $r = 4,1$ mm, der dazugehörige Zentriwinkel beträgt 14° .

Abb. 95

Rechtes Os carpale tertium
Ansicht von distal
Schnittführung

- 1 mediale Führungslinie
- 2 laterale Führungslinie



Abb. 96



Schnittprofile der Führungslinien

- 1 mediale Führungslinie
 - a dorsaler Sektor
 - b palmarer Sektor
- 2 laterale Führungslinie
 - a dorsaler Sektor
 - b mittlerer Sektor
 - c-palmarer Sektor

Am Os carpale quartum wurden ebenfalls zwei Führungslinien ermittelt. Die Krümmung der medialen Führungslinie (97/1, 98/1) ist dorsal mit $r = 4,2$ mm größer als palmar. Dort vergrößert sich der Halbmesser auf $r = 5,7$ mm. Die Zentriwinkel betragen 25° (dorsal) und 12° (palmar).

Die laterale Führungslinie (97/2, 98/2) ist an ihrem dorsalen Ende zunächst wenig gebogen. Der Halbmesser beträgt hier 5 mm, der Zentriwinkel 20° . Auf ihrem palmaren Abschnitt erfährt die Kurve einen Biegungszuwachs auf $r = 2,1$ mm, bei einem Zentriwinkel von 17° .

Abb. 97

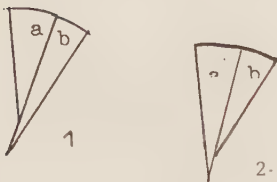
Rechtes Os carpale quartum
Ansicht von distal
Schnittführung

- 1 mediale Führungslinie
- 2 laterale Führungslinie



Abb. 98

Schnittprofile der Führungslinien



- 1 mediale Führungslinie
 - a dorsaler Sektor
 - b palmarer Sektor
- 2 laterale Führungslinie
 - a dorsaler Sektor
 - b palmarer Sektor

Das Krümmungsverhalten der entsprechenden Führungslinien an den Mittelfußknochen sieht folgendermaßen aus:

Das Os metacarpale primum weist eine Führungslinie auf. Sie beginnt mit einem dorsalen flachen Kurvenstück. Es besitzt

einen Halbmesser von $r = 6,3 \text{ mm}$ und einen Zentriwinkel von 13° . Der steilere palmare Sektor hat einen Halbmesser von $r = 2,1 \text{ mm}$ und einen Zentriwinkel von 40° .

Abb. 99

Rechtes Os metacarpale primum
Ansicht von proximal
Schnittführung



Abb. 100

Schnittprofil der Führungslinie

a dorsaler Sektor
b palmarer Sektor

Am Os metacarpale secundum wurden zwei Führungslinien gefunden.

Die mediale (101/1, 102/1) besitzt eine Krümmung von $r = 7 \text{ mm}$. Der Zentriwinkel umfaßt 9° .

Lateral (101/2, 102/2) folgt eine Führungslinie mit zwei Sektoren. Der dorsale besitzt eine Krümmung von $r = 5,9 \text{ mm}$. Hier beträgt der Zentriwinkel 12° . Palmar schließt sich ein Kurvenstück mit dem Halbmesser $r = 4,8 \text{ mm}$ an. Sein Zentriwinkel hat 22° .

Abb. 101

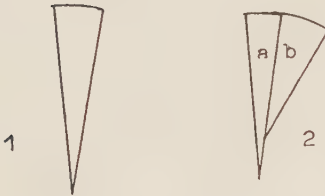
Rechtes Os metacarpale secundum
Ansicht von proximal
Schnittführung

- 1 mediale Führungslinie
2 laterale Führungslinie



Abb. 102

Schnittprofile der Führungslinien



- 1 mediale Führungslinie
2 laterale Führungslinie
a dorsaler Sektor
b palmarer Sektor

Das Os metacarpale tertium besitzt eine mediale (103/1) und eine laterale Führungslinie (103/2).

Die mediale (104) überspannt einen Sektor von 59° mit einer Krümmung von $r = 2,3 \text{ mm}$. Palmar schließt sich ein $1,1 \text{ mm}$ langer krümmungsloser Abschnitt an.

Lateral befindet sich eine Führungslinie (106/1a), die einen Sektor von 27° überspannt. Ihr Halbmesser beträgt $r = 3,8 \text{ mm}$. Die Kurve findet ihre Fortsetzung in der medialen Führungslinie des Os metacarpale quartum.

Abb. 103

Rechtes Os metacarpale tertium
Ansicht von proximal
Schnittführung

1 mediale Führungslinie
2 laterale Führungslinie



Abb. 104



Schnittprofil der medialen
Führungslinie

Das Schnittprofil der lateralen Führungslinie (106/1a) setzt sich fort in der medialen Führungslinie des Os metacarpale quartum und wird dort abgebildet.

Am Os metacarpale quartum wurden zwei Führungslinien ermittelt. Die mediale (105/1, 106/1b-c) ist die palmare Fortsetzung der lateralen Führungslinie des Os metacarpale tertium. Sie umfaßt zwei Sektoren unterschiedlicher Krümmung. Der dorsale Sektor hat eine Krümmung von $r = 2,1 \text{ mm}$ bei einem Zentriwinkel von 13° . Palmar wird die Kurve flacher. Der Halbmesser erreicht $7,9 \text{ mm}$. Der Zentriwinkel beträgt hier 10° . Die laterale Führungslinie ändert ihr Krümmungsverhalten in ihrem Verlauf nicht (106/2). Sie überspannt einen Winkel von 44° und hat eine Biegung von $r = 4,7 \text{ mm}$.

Abb. 105

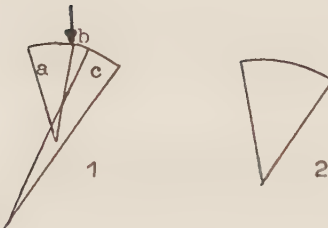
Rechtes Os metacarpale quartum
Ansicht von proximal
Schnittführung

- 1 mediale Führungslinie
- 2 laterale Führungslinie



Abb. 106

Schnittprofile der Führungslinien



- 1 mediale Führungslinie
 - a laterale Führungslinie des Os metacarpale tertium
 - b dorsaler Sektor
 - capalmarer Sektor
- Der Pfeil gibt die Grenze zwischen Os metacarpale tertium und quartum an
- 2 laterale Führungslinie

Am Os metacarpale quintum beginnt die einzige Führungslinie dorsal mit einer Krümmung von $r = 6,2 \text{ mm}$. Diese wird über einen Sektor von 11° beibehalten. Dann nimmt die Biegung zu. Der Halbmesser beträgt $3,2 \text{ mm}$ bei einem Zentriwinkel von 30° .

Abb. 107

Rechtes Os metacarpale quintum
Ansicht von proximal
Schnittführung



Abb. 108



Schnittprofil der Führungs-
linie

a dorsaler Sektor
b palmarer Sektor

4.3.4.4. Articulationes intercarpeae

Die Articulationes intercarpeae sind größtenteils straffe Gelenke ohne Bewegungsmöglichkeit. Daher wurden an ihnen keine Krümmungsverhältnisse ermittelt.

Einzige Ausnahme ist die Verbindung zwischen Os carpi ulnare und Os carpi intermedioradiale. Hier ist die Bewegung in der A-Ebene möglich.

Folgende Führungslinien wurden ermittelt:

Am Os carpi ulnare überspannt die Führungslinie einen Sektor von 32° und erhält einen Halbmesser von $r = 2,6 \text{ mm}$.

Abb. 109

Rechtes Os carpi ulnare
Ansicht von medial
Schnittführung



Abb. 110



Schnittprofil der Führungs-
linie

Die Führungslinie am Os carpi intermedioradiale besitzt ebenfalls eine einheitliche Krümmung. Der Halbmesser beträgt $r = 4,7 \text{ mm}$, der dazugehörige Zentriwinkel 21° .

Abb. 111

Rechtes Os carpi intermedioradiale
Ansicht von lateral
Schnittführung



Abb. 112

Schnittprofil der Führungs-
linie

4.3.4.5. Articulatio ossis carpi accessorii

Zwischen Ulna und Os carpi accessorium befindet sich ein Walzengelenk, das in der Sagittalebene bewegt wird. Mit dem Os carpi ulnare bildet das Os carpi accessorium ein Walzengelenk, das in der Horizontalebene bewegt wird.

Die Führungslinie auf der Ulna weist dorsal einen stark gekrümmten Abschnitt mit dem Zentriwinkel 21° und dem Halbmesser $r = 2,1 \text{ mm}$ auf. Anschließend flacht die Kurve ab. Der Halbmesser erreicht $r = 5 \text{ mm}$. Der Zentriwinkel beträgt 14° .

Abb. 113

Facies articularis carpea der rechten Ulna
Ansicht von distal
Schnittführung



Abb. 114

Schnittprofil der Führungslinie

a dorsaler Sektor

b palmarer Sektor

Am Os carpi ulnare beginnt die Führungslinie dorsolateral mit einem Sektor von 17° , dessen Halbmesser $r = 3,1 \text{ mm}$ beträgt. In ihrem Verlauf nach mediopalmar wird die Kurve flacher. Der Sektor erhält einen Halbmesser von $r = 5 \text{ mm}$ und einen Zentriwinkel von 11° .

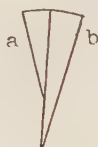
Abb. 115

Rechtes Os carpi ulnare
Ansicht von lateral
Schnittführung



Abb. 116

Schnittprofil der Führungslinie



a dorsolateraler Sektor
b mediopalmarer Sektor

Bei der Führungslinie in der Sagittalebene am Os carpi accessorium handelt es sich um eine Kurve mit zwei unterschiedlichen Sektoren. Hierbei erhält der dorsale Sektor einen Halbmesser von $r = 3,8 \text{ mm}$ und einen Zentriwinkel von 9° . Der palmare besitzt die Krümmung $r = 6 \text{ mm}$ und den Zentriwinkel 6° .

Abb. 115

Rechtes Os carpi accessorium
Ansicht von proximal
Schnittführung

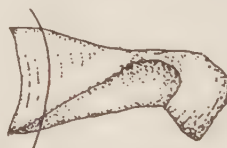
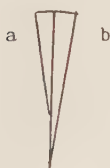


Abb. 116

Schnittprofil der Führungslinie



a dorsaler Sektor
b palmarer Sektor

In der Horizontalebene ändert sich das Krümmungsverhalten ebenfalls einmal. Dorsolateral ist die Krümmung stärker als mediopalmar. Der Halbmesser beträgt zunächst $r = 4,8 \text{ mm}$, der Zentriwinkel 14° . Palmar wächst der Halbmesser, er erreicht $r = 7 \text{ mm}$ bei einem Zentriwinkel von 10° .

Abb. 117

Rechtes Os carpi accessorium
Ansicht von medial
Schnittführung



Abb. 118



Schnittprofil der Führungs-
linie

a dorsolateraler Sektor
b mediopalmarer Sektor

4.3.4.6. Articulationes intermetacarpeae

An den Articulationes intermetacarpeae wurden keine Krümmungsverhältnisse ermittelt, da es sich ausschließlich um straffe Gelenke handelt.

5. Diskussion

5.1. Knöcherne Grundlage

5.1.1. Distales Ende der Scapula

MARTIN (1912) stellt fest, daß die Cavitas glenoidalis des Fleischfressers ovale Form hat. Das wird von BRADLEY (1959) für den Hund bestätigt. McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) teilen diese Ansicht für die Katze nicht. In Übereinstimmung mit den vorliegenden Untersuchungen geben sie an, daß der laterale Pfannenrand bei der Katze flach ist, der mediale dagegen abgerundet.

Während FRANCK (1892) noch erwähnt, daß dem Fleischfresser der Rabenschnabelfortsatz fehle, erkennt MÜLLER (1896), daß er deutlich vom Tuberculum supraglenoidale abgesetzt ist. VAU (1933) stellt fest: " Beim Hunde ist der Processus coracoideus schwach entwickelt. Er tritt meist als Rauigkeit auf. Bei der Katze ist er verhältnismäßig groß und richtig rabenschnabelförmig." Er hält ihn für ein angewachsenes Sesambein des M. coracobrachialis. Seine Größe wird von McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) bestätigt. Die vorliegenden Untersuchungen kommen zu demselben Ergebnis. Die Funktion des M. coracobrachialis (Auswärtsführer und Einwärtsdreher des Oberarms) könnten seine Größe bei der Katze erklären.

5.1.2. Proximales Ende des Humerus

Für die Torsion des Oberarmkopfes gibt FICK (1910) bei der Katze 80°, beim Hund 95° und beim Menschen 10° an. Als Grund

für die Torsion führt er die größere Stabilität beim vierfüßigen Gang an. Diese Stabilität wird jedoch mit einem geringeren Bewegungsumfang, besonders bei der Abduktion, erkauft. Die vorliegenden Untersuchungen ergeben bei der Katze eine Torsion von 75°.

5.1.3. Distales Ende des Humerus

MARTIN (1912) erkennt die Zweiteilung des Condylus humeri beim Fleischfresser. BRADLEY (1959) stellt das Capitulum humeri beim Hund abgerundet dar, während die Trochlea humeri eine gerade Walze darstellt. Die Zweiteilung bestätigen McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) für die Katze und EVANS/CHRISTENSEN (1979) für den Hund. NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) sehen das Capitulum humeri des Fleischfressers gewölbt, die Trochlea humeri vertieft. Mir erscheint wesentlich, daß das Capitulum humeri die Form einer Halbkugel hat, während die Trochlea humeri ein sich nach lateral verjüngender Kegel ist, die Gelenkfläche somit bei der Katze schräggestellt ist.

BRADLEY (1959) und auch NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1977) erwähnen beim Hund nur eine Fossa radialis. : Mc CLURE/DALLMAN/GARETT stellen bei der Katze auch eine Fossa coronoidea fest. Sie betonen, daß diese kleiner ist als die Fossa radialis. Die Existenz der Vertiefung wird von BARONE (1980) bestätigt. Bei meinen Untersuchungen konnte ich im Widerspruch zu Mc CLURE/DALLMAN/GARETT feststellen, daß die Fossa coronoidea die Fossa radialis an Grösse übertrifft.

GONEYA (1977) vergleicht die Lage der Fossa olecrani bei verschiedenen Karnivoren. Die Grube verläuft beim Hund parallel zum Humerusschaft. Bei den Feliden ist sie schräg dazu gestellt. Dabei steht der Grad der Abweichung in Zusammenhang mit der Lebensweise der jeweiligen Katzenart. Beim Geparden, der kein Waldbewohner ist, war der Winkel mit 3° am kleinsten. Bei Buschbe-

wohnern, die sich in erster Linie kletternd fortbewegen, betrug er bis zu 13° . Bei meinen Untersuchungen konnte ich feststellen, daß bei der Hauskatze die Richtung der Fossa olecrani 8° von der Humerusachse abweicht. Das entspricht ihrer Abstammung von der Falbkatze (*Felis silvestris lybica*), die neben der Steppe auch offene Wälder bewohnt und klettern kann.

5.1.4. Proximales Ende des Radius

KOLWE (1920), McCLOURE/DALLMAN/GARETT (1973) und GONEYA (1977) stellen in Übereinstimmung mit meinen Ergebnissen fest, daß die Fovea capitis radii der Katze oval ist. Diese Ansicht teilen NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1977) nicht. Sie erwähnen: " die Fovea capitis radii ist bei der Katze rund, beim Hund oval.

Wie KOLWE (1920) sagt, läuft die Circumferentia articularis radii um den ganzen Radiuskopf herum. Das steht in Widerspruch zu den vorliegenden Untersuchungen. Sie umgibt den Radiuskopf nur medial und kaudal.

NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE kommen zu der Ansicht: " Nur beim Hund ist die Tuberositas radii in die auch der mediale Bandhöcker aufgeht,abgesetzt." McCLOURE/DALLMAN/GARETT (1973) ermitteln jedoch eine kaudal gerichtete Tuberositas radii bei der Katze. Zu diesem Ergebnis komme auch ich. Die Tuberositas radii der Katze ist deutlich vom medialen Bandhöcker abgesetzt.

5.1.5. Proximales Ende der Ulna

Die Incisura trochlearis ist, wie BRADLEY (1959) und auch NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) berichten, beim Hund zweigeteilt. Bei der Katze konnte ich jedoch keinen Sagittalkamm finden.

GONEYA (1977) stellt fest, daß die Incisura radialis ulnae bei Feliden, die klettern können, lateral liegt. Bei Tieren ohne Klettervermögen ist sie weiter nach kranial verlagert. Er begründet das Phänomen damit, daß bei lateraler Lage der Incisura radialis ulnae der Bewegungsumfang bei der Supination größer ist. Nach meinen Untersuchungen liegen die Verhältnisse bei der Katze zwischen denen von Hund (Nicht-Kletterer) und Panther (Urwaldbewohner).

5.1.6. Distales Ende des Radius

Zu den Sehnenrinnen am distalen Radiusende sagt BRADLEY (1959), die mediale sei beim Hund schräggestellt. Diese Ansicht vertreten auch NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984). Nach den vorliegenden Untersuchungen an der Katze verläuft die mediale Sehnenrinne jedoch parallel zu den anderen Sehnenrinnen und zur Schaftachse.

MARTIN (1912) stellt fest, daß der Radius mit dem Os carpi intermedioradiale und mit dem Os carpi ulnare gelenkt. BRADLEY (1959) bestätigt das für den Hund. Diese Ansicht vertreten auch NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1977) und BARONE (1980). Sie sprechen von einer Zweiteilung der Facies articularis carpea des Radius. Demgegenüber beschreiben McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) für die Katze, daß der Radius nur mit dem Os carpi intermedioradiale gelenkt. Auch bei meinen Untersuchungen ist dies der Fall.

5.1.7. Distales Ende der Ulna

Hier stimmen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen mit den Angaben in der Literatur von KOLWE (1920), McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) und NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1977) überein. Unterschiede zum Hund konnten nicht gefunden werden.

5.1.8. Ossa carpi

Genaue Beschreibungen von den Gelenkflächen der Karpalknochen der Katze fehlen in der Literatur. Im allgemeinen wird nur beschrieben, welche Knochen miteinander in Verbindung stehen.

FRANCK (1892) schreibt: " Die drei Knochen der proximalen Reihe bilden in ihrer Gesamtheit einen Kondylus. Diese Ansicht macht sich auch KOCH (1960) zu eigen, der bei allen drei Etagen des Karpalgelenks von Walzengelenken spricht. Diese Verhältnisse treffen jedoch bei der Katze nicht zu. Die proximale Gelenkfläche am Os carpi intermedioradiale ist, wie ich darstellen konnte, sowohl von dorsal nach palmar, als auch von lateral nach medial konvex. Die proximale Gelenkfläche am Os carpi ulnare bildet eine Mulde.

Darauf, daß kein Gelenk zwischen Os carpi ulnare und dem Radius besteht, entgegen einigen Auroren, wurde schon im letzten Abschnitte eingegangen. NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) beschreiben auch ein Gelenk zwischen Os carpi ulnare und Os metacarpale quintum beim Fleischfresser. Bei der Katze konnte ich kein entsprechendes Gelenk finden.

In Übereinstimmung mit NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) konnte ich feststellen, daß das Os carpale primum mit den ersten beiden Mittelfußknochen verbunden ist. Diese Ansicht teilen McCLURE/DALLMAN/GARRET nicht. In ihrer Darstellung weist das Os carpale primum nur eine Gelenkfläche zum Os metacarpale primum auf.

ZIETZSCHMANN (1943), NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) und McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) stellen übereinstimmend fest, daß das Os carpale secundum distal nur eine Gelenkfläche für das Os metacarpale secundum aufweist. Ich konnte auch eine für das Os metacarpale tertium finden. Das stimmt mit der Beschreibung BARONES überein. Er schreibt: " Die Mittelfußknochen schieben sich zwischen die Karpalknochen ".

McCLURE /DALLMAN/GARETT (1973) und BARONE (1980) erwähnen in Übereinstimmung mit den vorliegenden Untersuchungen, Gelenkflächen zwischen dem Os carpalae tertium und den Ossa metacarpalia tertium und quartum. Das steht in Widerspruch zu den Äußerungen von NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE, die zusätzlich von einer Verbindung zum Os metacarpale secundum sprechen: ZIETZSCHMANN (1943) stellt nur eine Fläche zum dritten Mittelfußknochen dar.

Im Hinblick auf die nicht erwähnten Gelenkflächen der Karpalknochen stimmen die Angaben der erwähnten Autoren mit meinen Ergebnissen überein.

5.1.9. Ossa metacarpalia.

McCLURE. /DALLMAN/GARETT (1973) geben keine Kontaktflächen zwischen dem Os metacarpale primum und dem Os metacarpale secundum an. Diese Ansicht teilt ZIETZSCHMANN (1943) :
" M₁ ist als Anhängsel von den übrigen getrennt ". Das bestätigt BRADLEY (1959) für den Hund. Im Widerspruch dazu erwähnen NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) Kontaktflächen zwischen allen benachbarten Mittelfußknochen. Das entspricht dem Ergebnis der vorliegenden Arbeit.

5.2. Bandapparat

5.2.1. Bänder des Schultergelenkes

SÜPPEL (1921) untersucht die Verstärkungszüge am Schultergelenk des Hundes. Er stellt fest, daß der laterale stärker ist als der mediale und erwähnt sowohl lateral als auch medial jeweils einen Unterstützungszug. Der mediale soll dem Ligamentum coracohumerale des Menschen entsprechen. TAYLOR (1959) und BRADLEY (1959) bestätigen seine Aussage. NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) geben ebenso wie EVANS/CHRISTENSEN (1979) nur die Verstärkungszüge an.

McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) erwähnen bei der Katze auch keine Unterstützungszüge. BARONE (1980) gibt an, daß der laterale Verstärkungszug bei der Katze stärker ist als der mediale. BARONES Aussagen konnte ich bestätigen. Zusätzlich fand ich bei der Katze einen lateralen und einen medialen Unterstützungszug. Also gleichen die Verhältnisse am Bandapparat der Katze denen des Hundes.

5.2.2. Bänder des Ellbogengelenkes

In der Darstellung SÜPPELS (1921) kreuzt das Ligamentum collaterale mediale erst das Ligamentum anulare radii bevor es sich distal des Gelenkspaltes in zwei Schenkel teilt. Der kraniale endet proximal der Tuberositas radii, der kaudale an Radius und Ulna. Dieser Ansicht sind auch BRADLEY (1959) und EVANS/CHRISTENSEN (1979), während NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) als Ansatzstelle für den kaudalen Schenkel nur die Ulna angeben. McCLURE /DALLMAN/GARETT (1973) erkennen, daß sich das Band bei der Katze unmittelbar nach seinem Ursprung teilt. Erst dann kreuzt der kraniale Schenkel das Ringband und inseriert am Radius. Der kaudale Schenkel erreicht den Processus coronoideus medialis der Ulna. Zu diesem Ergebnis kommt auch die vorliegende Untersuchung.

SÜPPEL (1921) und EVANS/CHRISTENSEN (1979) geben ein Sesambein im Ligamentum collaterale laterale des Hundes an. Auch bei der Katze konnte ich Knorpel einlagerungen in diesem Band nachweisen. Zur Stärke der beiden Schenkel des lateralen Seitenbandes äußern sich SÜPPEL (1921) und BRADLEY (1959). Beide geben an, daß beim Hund der kraniale Schenkel stärker ist als der kaudale. Nach meinen Untersuchungen verhält es sich bei der Katze genau umgekehrt.

In den Darstellungen von SÜPPEL (1921) und EVANS/CHRISTENSEN (1979) verläuft das Ligamentum anulare radii beim Hund zwischen dem lateralen und dem medialen Rand der Incisura radialis ulnae entlang des kranialen Radiusrandes. Diese Ansicht teilt BRADLEY (1959) nicht. Bei ihm befindet sich der laterale Ansatzpunkt am Radius. McCLURE /DALLMAN/GARETT (1973) beschreiben die Ansatzpunkte des Ringbandes nicht. In ihrem Atlas erscheint jedoch eine Abbildung, auf der es lateral bis an den Humerus reicht. VOLLMERHAUS/ROOS (1980) geben als Ansatzpunkte beim Hund den Processus coronoideus medialis und den Processus coronoideus lateralis an. Ich konnte als Ansatzpunkte bei der Katze den Epicondylus lateralis humeri und den Processus coronoideus medialis ulnae ermitteln.

Das von SÜPPEL (1921), EVANS/CHRISTENSEN (1979) und BARONE (1980) für den Hund angegebene Ligamentum obliquum konnte ich bei der Katze nicht isolieren.

5.2.3. Weitere Verbindungen der Unterarmknochen

Beim Hund wird von EVANS/CHRISTENSEN (1979) und von VOLLMERHAUS, et al. (1983) neben der dünnen Membrana interossea antebrachii ein kräftiges Ligamentum interosseum zwischen Elle und Speiche beschrieben. BARONE (1980) findet das Ligamentum interosseum bei der Katze weniger ausgeprägt als beim Hund. Dagegen bestätigt die vorliegende Untersuchung die Ansichten von KOLWE (1920) und McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973). Danach besitzt die Katze nur eine Membrana interossea.

HENSCHEL (1973) beschreibt das Ligamentum radioulnare distale der Karnivoren als knorpelhartes Band, das die Unterarmknochen distal der Articulatio radioulnaris distalis fest aneinanderbindet. Er hält es für einen Stabilisator des Karpalgelenkes bei der Lastaufnahme. Nach meinen Untersuchungen ist das Band bei der Katze nicht knorpelhart sondern rein fibrös.

5.2.4. Bänder des Karpalgelenkes

Beschreibungen vom den Bändern des Karpalgelenkes der Katze fehlen in der Literatur, abgesehen von ihrer flüchtigen Erwähnung im Atlas von McCLOURE/DALLMAN/GARETT (1973).

5.2.4.1. Ligamenta collateralia

SÜPPEL (1921) betont beim Hund das Fehlen langer Seitenbänder. Bei der Katze konnte ich ebenfalls keine isolieren. SÜPPEL beschreibt das Ligamentum collaterale mediale breve beim Hund zwischen dem Processus styloideus des Radius und der dorsomedialen Fläche des Os carpi intermedioradiale. Das wird von BRADLEY (1959) bestätigt. EVANS/CHRISTENSEN (1979) teilen diese Ansicht nicht. Sie ermitteln, daß sich das Band beim Hund in zwei Schenkel aufteilt, von denen der eine medial am Os carpi intermedioradiale inseriert, während der andere auf die mediopalmare Seite des Knochens läuft. Die vorliegenden Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, daß bei der Katze nur der zweitgenannte Schenkel existiert.

Das Ligamentum collaterale laterale verläuft beim Hund, wie SÜPPEL (1921) und auch EVANS/CHRISTENSEN. (1979) angeben, zwischen dem Processus styloideus der Ulna und der dorsolateralen Fläche des Os carpi ulnare. Das entspricht den von mir ermittelten Ergebnissen bei der Katze. Dagegen betont BRADLEY (1959), daß beim Hund einige Fasern an das Os metacarpale quintum abgegeben werden.

Bei der Katze konnte ich zusätzlich ein distales Seitenband zwischen dem Os carpi intermedioradiale und dem Os metacarpale primum isolieren.

5.2.4.2. Ligamenta antebrachioarpea

Die Beschreibungen des Ligamentum radiocarpeum dorsale und des Ligamentum ulnocarpeum palmare von SÜPPEL (1921) und EVANS/CHRISTENSEN (1979) beim Hund entsprechen den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit bei der Katze.

Beim Hund erwähnen SÜPPEL (1921) und EVANS/CHRISTENSEN (1979) palmar zwischen Radius und Os carpi intermedioradiale zwei Bänder, ein schräges laterales und ein gerades mediales. EVANS/CHRISTENSEN beschreiben noch ein drittes Band , das vom Radius über das Os carpi intermedioradiale zum Os carpi ulnare zieht. Bei der Katze konnte ich dagegen nur eine einzige Kapselverstärkung finden, die sich dem Radius und dem Os carpi intermedioradiale lateropalmar anheftet.

Bei der Katze konnte ich zwei Bandzüge isolieren, die beim Hund nicht beschrieben wurden. Ein gerades Band, das dorsomedial zwischen Radius und Os carpi intermedioradiale ausgebildet ist und ein zwirnfadenstarkes Band im Gelenkspalt zwischen Radius und Os carpi intermedioradiale.

5.2.4.3. Ligamenta intercarpea

Die von SÜPPEL (1921) und BRADLEY (1959) beim Hund beschriebene dorsale Kapselverstärkung zwischen Os carpi ulnare und Os carpeale quartum konnte ich auch bei der Katze finden. BRADLEY stellt einen Bandzug zwischen Os carpi intermedioradiale und Os carpeale secundum dar. In SÜPPELs Arbeit gibt dieser auch Fasern an das Os carpeale tertium ab. Dagegen konnte ich bei der Katze feststellen, daß dieser Verstärkungszug auch das Os carpeale primum erreicht. BRADLEY gibt noch weitere dorsale Bandzüge an, und zwar zwischen Os carpi ulnare und Os carpi

intermedioradiale, zwischen Os carpale primum und Os carpale secundum, zwischen Os carpale secundum und Os carpale tertium, sowie zwischen Os carpale tertium und Os carpale quartum. Von diesen konnte ich bei der Katze nur den erstgenannten Bandzug isolieren.

An der palmaren Seite des Gelenkes geben SÜPPEL (1921) und BRADLEY (1959) beim Hund ein Band zwischen Os carpi ulnare und Os carpi intermedioradiale an, das ich bei der Katze nicht nachweisen konnte. Ebenso wenig konnte ich die von BRADLEY beschriebenen Bänder zwischen Os carpale primum und Os carpale secundum, zwischen Os carpale secundum und Os carpale tertium, zwischen Os carpale tertium und Os carpale quartum, sowie zwischen Os carpi intermedioradiale und Os carpale secundum finden. Ein von ihm erwähntes Band zwischen Os carpi ulnare und Os carpale quartum konnte ich auch bei der Katze darstellen. Zusätzlich fiel mir eine Kapselverstärkung zwischen Os carpi intermedioradiale und Os carpale tertium auf.

Die von mir für die Katze erwähnten Ligamenta intercarpea interossea werden auch von SÜPPEL (1921) beim Hund beschrieben.

5.2.4.4. Ligamenta carpometacarpea

SÜPPEL (1921) beschreibt beim Hund dorsal zwei Bänder. Das eine verläuft in Übereinstimmung mit meinen Ermittlungen zwischen Os carpale quartum und Os metacarpale quintum. Das zweite verläuft beim Hund zwischen dem Os carpale tertium und den Ossa metacarpalia secundum, tertium und quartum. An den von mir untersuchten Katzen reicht es nicht bis an das Os metacarpale secundum. Zusätzlich weisen die im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchten Präparate Kapselverstärkungen zwischen Os carpale primum und Os metacarpale primum einerseits und zwischen Os carpale secundum und Os metacarpale secundum andererseits auf.

Die von mir beschriebenen palmaren Bandzüge zwischen dem Os carpale tertium und den Ossa metacarpalia tertium und quartum und zwischen dem Os carpi ulnare und dem Os metacarpale quintum werden in der Literatur nicht erwähnt. Allerdings taucht das von mir dargestellte zweischenklige Band zwischen dem Os carpi intermedioradiale und den Ossa metacarpalia secundum und tertium auf einer Zeichnung von EVANS/CHRISTENSEN (1979) auf. Im Text gehen die Autoren nicht darauf ein.

5.2.4.5. Bänder des Os carpi accessorium

Zur Fixierung des Os carpi accessorium geben SÜPPEL (1921) und BRADLEY (1959) beim Hund fünf Bänder an, die den Knochen mit der Ulna, dem Os carpi ulnare, dem Os carpi intermedioradiale und den Ossa metacarpalia quartum und quintum verbinden. EVANS/CHRISTENSEN (1979) geben nur die beiden Bänder zu den Mittelfußknochen und das zur Ulna an. Bei der Katze konnte ich kein Band zwischen Os carpi intermedioradiale und Os carpi accessorium isolieren.

5.3. Gelenkkapseln und Gelenkhöhlen

5.3.1. Schultergelenk

SÜPPEL (1921) beschreibt beim Hund eine mediale Aussackung der Gelenkkapsel. EVANS/CHRISTENSEN finden kaudal mehrere Taschen. Dagegen konnte ich bei der Katze eine kaudolaterale, eine kranio-laterale und eine mediale Ausbuchtung finden. SÜPPEL vermutet, daß diese den beim Menschen vorhandenen Schleimbeutel unter dem M. subscapularis ersetzt. Die von mir beschriebenen lateralen Aussackungen könnten eine ähnliche Funktion für den M. supraspinatus und den M. infraspinatus erfüllen

5.3.2. Ellbogengelenk

SÜPPEL (1921) untersucht die Ansatzlinie der Gelenkkapsel beim Hund. Er stellt fest, daß die Synovialis kaudal entlang der Trochlea humeri verläuft. EVANS/CHRISTENSEN (1979) fügen hinzu, daß sie das Foramen supratrochleare nicht einschließt. BARONE (1980) teilt diese Ansicht nicht. In seiner Darstellung verläuft die Ansatzlinie beim Fleischfresser um die Fossa olecrani herum. Das bestätigen McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) in Übereinstimmung mit den vorliegenden Untersuchungen für die Katze.

Kranial, sagt SÜPPEL (1921) : " .. erfolgt die Befestigung so, daß die Fossa coronoidea mit dem Foramen supratrochleare zum größten Teil innerhalb der Gelenkhöhle liegt; nur der laterale Abschnitt...., der der Fossa radialis hominis entspricht bleibt außerhalb ". Dem widersprechen EVANS/CHRISTENSEN (1979) und BARONE (1980). In ihren Darstellungen umgibt die Kapsel die Fossa radialis größtenteils. VOLLMERHAUS, et al. (1981) stellen fest: " Der distale Kapselansatz ist in der Fossa radialis und der Fossa olecrani ausgesprochen breitflächig, so daß die Gruben von der Kapsel ausgekleidet scheinen ". McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) beschreiben die Ansatzlinie bei der Katze so wie EVANS/CHRISTENSEN die beim Hund. Bei meinen Untersuchungen konnte ich feststellen, daß die Kapsel die Fossa radialis in konvexem Bogen umgibt, während die Fossa coronoidea zum Teil außerhalb der Gelenkhöhle liegt.

Über die Ansatzlinie am Radius sagt BARONE (1980) im Widerspruch zu SÜPPEL (1921) und EVANS/CHRISTENSEN, daß die Kapsel beim Hund den Radius nicht erreicht, sondern am Ringband

endet. In Übereinstimmung mit McCLURE/DALLMAN/GARETT (1973) konnte ich feststellen, daß die Ansatzlinie bei der Katze nicht am Ringband, sondern kranial am Radiuskopf verläuft. Allerdings ist das Band eng mit der Kapsel verbunden und läßt sich schwer abpräparieren.

SÜPPEL beschreibt folgende Ausbuchtungen beim Hund: eine kraniale über der Trochlea humeri, eine kraniomediale unter der Sehne des M. biceps brachii, eine kraniolaterale unter dem Seitenband, die als Sehnenscheide zwischen dem M. extensor carpi radialis und dem M. extensor digitalis communis liegt und zuletzt zwei kaudomediale unter dem M. flexor carpi radialis und dem M. brachialis. EVANS/CHRISTENSEN (1979) bestätigen die Existenz der kraniomedialen und der kraniolateralen Aussackung. NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) erwähnen kaudale und kraniale Ausbuchtungen ohne weitergehende Einzelheiten. Aussackungen am Ellbogengelenk der Katze werden in der Literatur nicht beschrieben. Ich konnte drei kleine Ausbuchtungen finden. Eine liegt kraniomedial und eine weitere kraniolateral. Sie entsprechen den von SÜPPEL und EVANS/CHRISTENSEN beim Hund beschrieben. Zusätzlich besitzt die Katze eine kaudolaterale zwischen dem Epicondylus lateralis und dem Ligamentum olecrani.

5.3.3. Karpalgelenk

FRANCK (1892) äußert sich folgendermaßen zur Gelenkhöhle des Karpalgelenkes: " Die beiden unteren Abteilungen treten durch mehrere Öffnungen miteinander in Verbindung". Das steht im Widerspruch zur Darstellung SÜPPELS (1921), der nur einen Spalt zwischen dem Os carpalum tertium und dem Os carpalum quartum angibt. Meine Untersuchungen bestätigen auch für die Katze diese Ansicht.

Die Ansatzlinie der Kapsel beschreibt SÜPPEL (1921) für den Hund: " ...die Fibrosa erstreckt sich vom Gelenkrand des distalen Endes der Unterarmknochen bis zum Gelenkrand am proximalen Ende der Metakarpalknochen, verschmilzt jedoch mit dem Periost der freien Flächen der dazwischen liegenden Karpalknochen. Die Synovialis muß sich infolgedessen an den Rändern der überknorpelten Flächen der Reihengelenke befestigen". Diese Ansicht vertreten auch Mc CLURE/DALLMAN/GARETT (1973). Bei meinen Untersuchungen konnte ich feststellen, daß sich die Synovialis nicht überall unmittelbar am Rand der überknorpelten Gelenkflächen befestigt. Das gilt nur für die Karpalknochen der zweiten Reihe und für das Os carpi accessorium. Am Os carpi intermedio-radiale inseriert die Kapsel in einem Abstand von 1 bis 2,5 mm vom Gelenkknorpel entfernt. Der Abstand am Os carpi ulnare beträgt distal 1 bis 2 mm, an den Mittelfußknochen 2 bis 4 mm.

In SÜPPELs Arbeit über die Hundegelenke werden vier Ausbuchtungen am Karpalgelenk dargestellt. Eine sitzt im Bereich der mittleren Sehnenrinne des Radius. Eine weitere liegt unter dem Ligamentum collaterale mediale. Die dritte befindet sich palmar zwischen dem Processus styloideus der Ulna und dem Radius. Zwischen dem Os carpi intermedioradiale und dem Os carpi ulnare soll dorsal eine vierte kleine Aussackung sein, die dem M. extensor digitalis communis als Schleimbeutel dient. Bei der Katze habe ich nur zwei Ausbuchtungen der Gelenkkapsel gefunden, die sich alle an der dorsalen Seite im Bereich der proximalen Abteilung des Karpalgelenks befinden. Eine liegt lateral der Endsehne des M. extensor carpi radialis, die andere zwischen dem Processus styloideus der Ulna und dem Radius, distal der Articulatio radioulnaris distalis.

5.4. Bewegungsumfang

Vor der Messung des Bewegungsumfanges an der lebenden Katze müssen Angst und Abwehrreaktionen ausgeschaltet werden. Daher muß die Katze sowohl den Untersucher, als auch die Umgebung, in der die Untersuchung stattfindet vorher kennenlernen. Auch wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, ist der Bewegungsumfang an den Gelenken der nicht sedierten Katze gegenüber dem an den Gelenken der sedierten Katze deutlich verringert. Der Bewegungsspielraum am anatomischen Präparat übertrifft auch den bei der sedierten Katze. BLÜML (1983) führt deswegen keine Untersuchungen am lebenden Tier durch, " weil immer nur die passive Beweglichkeit bestimmt werden kann. Diese stimmt erfahrungsgemäß mit den Verhältnissen am Präparat überein".

5.4.1. Schultergelenk

Die gesamte Breite der Bewegung im Schultergelenk von Dackel bzw. deutschem Schäferhund wird mit 76° bzw. 91° in der Sagittalebene, 64° bzw. 62° in der A-Ebene und 85° bzw. 84° bei der Rotation angegeben (RAUSCHER, 1986). Bei der Katze ist der Bewegungsumfang in S und A wesentlich größer. Er schwankt in S zwischen 120° (lebende Katze ohne Sedation) und 150° (anatomisches Präparat), in A zwischen 95° und 126° und in R zwischen 60° und 92° . Der Standwinkel des deutschen Schäferhundes unterscheidet sich mit $103,8^{\circ}$ (RAUSCHER, 1986) nur wenig von dem der Katze, der 105° bis 115° beträgt. Dagegen wird beim Dackel ein Standwinkel $83,6^{\circ}$ gefunden (RAUSCHER, 1986).

5.4.2. Ellbogengelenk

Am Ellbogengelenk sind die Unterschiede zwischen Katze und Hund

wesentlich geringer. VOLLMERHAUS/ROOS (1983) geben für vier verschiedene Hunderassen in der Sagittalebene eine Bewegungsbreite von 100° (Dackel) bis 140° (Pudel) Der Standwinkel schwankt zwischen 110° und 150° . RAUSCHER (1986) ermittelt für den deutschen Schäferhund einen Bewegungsumfang von 131° , für den Dackel einen von 105° . Die Standwinkel betragen $139,8^{\circ}$ bzw. $124,4^{\circ}$. Bei der Katze schwankt die Bewegungsbreite zwischen 105° (lebendes Tier) und 150° (anatomisches Präparat) Der Standwinkel liegt zwischen 140° und 145° .

5.4.3. Unterarm

Für den Hund wird das Ausmaß der Bewegung der Unterarmknochen umeinander erstmals von FRANCK (1892) angegeben. Es beträgt am freipräparierten Gelenk 22° . EVANS/CHRISTENSEN. (1979) ermitteln beim Hund für die Supination eine Bewegungsbreite von 90° . Für die Rotation im Ellbogengelenk werden von RAUSCHER (1986) 76° für den Dackel und 68° für den deutschen Schäferhund angegeben. Der Spielraum der Speichendrehung um die Elle beträgt bei der Katze bei erhaltener Muskulatur 68° - 80° und am Bänderpräparat 84° - 95° (KOLWE, 1920). Dagegen sagt BLÜML (1983) " enthäutete, grob präparierte Präparate gestatten eine ebenso gute Abschätzung der passiven Beweglichkeit wie Präparate, an denen Haut und Muskulatur belassen werden". Die vorliegenden Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, daß die gesamte Breite der Gelenkbewegung bei der Katze zwischen 90° (lebendes nicht sediertes Tier) und 123° (anatomisches Präparat) schwankt.

5.4.4. Karpalgelenk

Den Bewegungsspielraum des Karpalgelenkes verschiedener Karnivoren vergleicht YALDEN (1970) an Skelettmaterial. Der Hund besitzt danach einen Bewegungsumfang von 160° für Extension und Flexion und einen von 30° für Adduktion und Abduktion. Bei der Katze liegt der Bewegungsumfang bei 210° bzw. 20° . 1986 bestimmt

RAUSCHER für den Dackel 184° in der Sagittalebene und 31° in der A-Ebene, für den deutschen Schäferhund 190° in S und 21° in A . Für den Dackel wird ein Standwinkel von $215,2^{\circ}$ und für den deutschen Schäferhund einer von 222° angegeben. Die vorliegenden Messungen an der Hauskatze ergeben in der Sagittalebene eine geringere Bewegungsbreite als die von YALDEN angegebene, in der A-Ebene dagegen eine größere; und zwar 150° (lebendes Tier ohne Sedation) bis 192° (anatomisches Präparat) in S und 20° bis 36° in A. Der Standwinkel beträgt 195° - 200° . Damit unterscheidet sich der Spielraum der Gelenkbewegung bei der Katze nur wenig von dem beim Hund.

5.5. Bewegungsvorgang

5.5.1. Schultergelenk

Zum Bewegungsvorgang im Schultergelenk des Hundes äußern sich EVANS/CHRISTENSEN (1979). Sie geben Bewegungen in allen Richtungen des Raumes an, " hauptsächlich jedoch Extension und Flexion ". NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1977) betonen, daß Seitwärtsbewegungen beim Fleischfresser möglich sind. BARONE (1980) erwähnt zusätzlich Rotationsbewegungen. Für das Schultergelenk des Menschen zeigt KNESE (1950), daß die Bewegungsbahnen der Gliedmaße nicht in einer Ebene liegen, sondern Kurven durch den Raum beschreiben. Natürlich sind die Verhältnisse in den menschlichen Armgelenken nur bedingt auf die quadrupeden Tiere zu übertragen, weil bekanntlich die obere Extremität des Menschen funktionell ganz auf die Greifhand hin umorientiert wurde. Trotzdem fand ich bei der Katze hinsichtlich der Bewegungsbahnen ähnliche Verhältnisse. Auch hier beschreiben die Bewegungsbahnen des distalen Oberarmes Kurven durch den Raum. Die Flexion ist immer mit einer Außenrotation, die Extension immer mit einer Innenrotation des Humerus verbunden. Auch bei Adduktion und Abduktion weicht die Bewegungsbahn des Oberarmes der Katze von der A-Ebene ab. Die Adduktion ist immer mit einer Tendenz zur Außenrotation, die Abduktion mit einer zur Innenrotation gekoppelt.

5.5.2. Ellbogengelenk

EVANS/CHRISTENSEN (1979) beschreiben, daß die Bewegung im Ellbogengelenk des Hundes nur in der Sagittalebene möglich ist. NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) fügen hinzu, daß es sich beim Hund um ein Schnappgelenk handelt. BARONE (1980) betont ebenfalls, daß nur Extension und Flexion im Ellbogengelenk des Fleischfressers vorkommen. Wie GONEYA (1978) erkennt, führt Beugen und Strecken im Ellbogengelenk der Katze nicht zu einer pendelartigen Bewegung des Unterarms während der Fortbewegung. Vielmehr konnte ich feststellen, daß es bedingt durch die schräggestellten Gelenkflächen bei der Flexion zu einer Deviation des distalen Unterarmendes nach medial und umgekehrt bei der Extension nach lateral kommt.

Für ein Federungsphänomen im Sinne eines Schnappgelenks , wie es für den Hund angegeben wurde, konnte ich bei der Katze keinen Anhaltspunkt finden.

5.5.3. Radioulnargelenke

KOLWE (1920) definiert die Bewegung der Unterarmknochen umeinander als einachsige. Ferner sieht er, daß sich die Speiche um die Elle bewegt. GONEYA (1978) bezeichnet die Bewegung im proximalen Gelenk als exzentrisch. Das ist seiner Ansicht nach notwendig, um eine Überdehnung der Membrana interossea zu vermeiden. Meine Erhebungen stimmen mit den Aussagen in der Literatur überein. Wesentlich erscheint mir außerdem die enge Koppelung der Bewegung zwischen den Unterarmknochen an die Be-

wegungsfreiheit der Articulatio antebrachioarpea. Pronation und Supination werden erheblich eingeschränkt, wenn dieses Gelenk fixiert ist.

Einige Verhaltensweisen der Katze, wie sie LEYHAUSEN (1973) beschrieben hat, wären ohne diese Bewegungsmöglichkeiten nicht erklärbar. So verweist er auf die Pfotenstellung einer Katze, die sich hingelegt hat oder, die sich putzt. Hinzu kommen die Vorteile, die die Supination beim Beuteschlagen und Klettern bietet, obwohl hierbei die Rolle der beweglichen Krallen nicht unterschätzt werden darf.

5.5.4. Karpalgelenk

Zu der Bewegung im Karpalgelenk des Hundes äußern sich EVANS/CHRISTENSEN (1979): " Das Gesamtgelenk fungiert als Ginglymus, der Flexion und Extension mit geringgradigen seitlichen Bewegungen zuläßt, woran vor allem die beiden oberen Etagen beteiligt sind". Dabei lassen die Autoren offen, wie in einem Scharniergelenk Seitwärtsbewegungen möglich sein sollen. YALDEN (1970) vergleicht die Hyperextension im Karpalgelenk der Karnivoren mit der im Fesselgelenk des Pferdes. Er erwähnt, daß die Flexion immer mit einer ulnawärts gerichteten Bewegung, also einer Abduktion, gekoppelt ist. Diese Notwendigkeit ergab sich bei meinen Untersuchungen am Bänderpräparat nicht. Allerdings weichen das proximale Ende der Unterarmknochen und das distale Ende der Mittelfußknochen während der Flexion nach lateral aus. Ferner hält YALDEN Adduktion und Abduktion im Karpalgelenk des Fleischfressers für notwendig, da nur so die Pfoten einerseits nahe der Mittellinie aufgesetzt werden können, andererseits aber beim Vor-

schwingen aneinander vorbeigeführt werden können. In diesem Zusammenhang möchte ich erwähnen, daß die Katze die Pfoten zwar beim Gehen nahe der Mittellinie aufsetzt; beim Landen nach einem Sprung ist das jedoch nicht der Fall. Außerdem ermöglichen die Seitwärtsbewegungen im Karpalgelenk ein vorsichtiges, tastendes Aufsetzen der Pfote, wie es beim Schleichen verlangt wird. Zusätzlich beschreibt YALDEN im Karpalgelenk des Fleischfressers Drehbewegungen. Auch NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1984) und BARONE (1980) sprechen von kreiselnden Bewegungen. Ich konnte jedoch feststellen, daß Drehbewegungen nicht im Karpalgelenk selbst stattfinden, sondern immer eine Bewegung der Unterarmknochen umeinander sind.

Abschließend sei betont, daß meine Untersuchungen zum Bewegungsvorgang an Bänderpräparaten vorgenommen wurden. Daher sind Vergleiche mit der aktiven Bewegung am lebenden Tier nur bedingt zutreffend.

5.6. Krümmungsverhalten der Gelenkkörper

Die Krümmungsverhältnisse an den Gelenkkörpern der Vordergliedmaße des Fleischfressers wurden bisher in der Literatur nicht beschrieben. Die von mir ermittelte Krümmung an den Gelenkkörpern der Katze mit derjenigen bei Pferd und Rind zu vergleichen, halte ich nicht für sinnvoll, da bei diesen Tieren Sagittal- und Horizontalschnitte untersucht wurden, während in der vorliegenden Arbeit die Krümmung entlang einer Führungslinie ermittelt wurde. Aus den Untersuchungen von R. FICK (1910) und KNESE (1950) an den Gelenken des Menschen geht hervor, daß schon bei derselben Spezies aus den verschiedenen Verfahren auch unterschiedliche Ergebnisse gewonnen werden.

Bei der Katze handelt es sich , mit Ausnahme einiger Teilgelenke am Karpus, die für sich allein nicht bewegt werden können, um Ausschnitte aus unregelmäßig geformten Gelenkkörpern. Die Krümmung erfolgt also nicht um einen einzigen Krümmungsmittelpunkt. Daher kann man auch nicht von der Drehung um eine Achse sprechen. PALMGREN (1928) führt daher den Begriff des " Momentachsenbündels ein". Die Einteilung der Gelenke in " einachsige, zweiachsige,..u.s.w." wurde in der vorliegenden Arbeit aus didaktischen Gründen beibehalten.

Die Schnittprofile miteinander artikulierender Gelenkflächen weisen bei der Katze erhebliche Unterschiede auf.

Das widerspricht der Kongruenzvorstellung A. FICKs (1903), die schon KNESE (1950) widerlegt hat. KNESE sieht die Inkongruenz der Gelenkflächen als wichtige Voraussetzung für vielseitige Bewegungsmöglichkeiten an. Auch in diesem Punkt haben sich die Verhältnisse an den Gelenken der Katze als vielversprechendes Untersuchungsobjekt erwiesen.

6. Zusammenfassung

6.1. Die Untersuchung der mazerierten Knochen von 10 Vordergliedmaßen erwachsener Katzen hatte folgende, die bisherigen Erkenntnisse ergänzenden Resultate:

Die Cavitas glenoidalis der Skapula ist nicht oval, sondern lateral flach und medial abgerundet.

Der Processus coracoideus ist im Gegensatz zu dem des Hundes verhältnismäßig groß und wirklich rabenschnabelförmig.

Die Torsion des Oberarmkopfes beträgt bei der Katze 75°.

Die Gelenkfläche der Trochlea humeri ist schräggestellt. Über der Trochlea humeri befindet sich bei der Katze eine medial gelegene Fossa coronoidea.

Im Gegensatz zum Hund verläuft bei der Hauskatze die Fossa olecrani nicht parallel sondern schräg zum Humerusschaft.

Auch bei der Katze ist die Fovea capitis radii oval.

Die Katze besitzt eine deutliche Tuberositas radii.

Die Incisura trochlearis der Ulna besitzt im Gegensatz zu der des Hundes keinen Sagittalkamm und ist weiter nach lateral ausgerichtet.

Die Facies articularis carpea des Radius ist nicht zweigeteilt. Folglich gelenkt der Radius nur mit dem Os carpi intermedio-radiale.

Das Os carpi ulnare artikuliert nur mit der Ulna, dem Os carpi intermedioradiale und dem Os carpi accessorium. Es hat keine Gelenkfläche zum Radius und zum Os metacarpale quintum.

Die Karpalknochen der distalen Reihe schieben sich so zwischen die Mittelfußknochen, daß jeder Karpalknochen mit zwei Mittelfußknochen artikuliert.

Das Os metacarpale primum ist nicht isoliert wie beim Hund, sondern mit dem Os metacarpale secundum gelenkig verbunden.

6.2. Der Bandapparat des Schulter- Ellbogen- und Karpalgelenkes von sieben Katzen wurde mit folgendem Ergebnis präpariert:

Am Schultergelenk der Katze fehlen eigentliche Hemmungsbänder. Ihre Aufgabe wird von Gelenkkapselverstärkungen und den umliegenden Muskeln übernommen.

Von den beiden Seitenbändern des Ellbogengelenkes ist das laterale knorpelartig verdickt. Das Ringband erreicht lateral den Humerus.

Am Karpalgelenk gibt es keine langen Seitenbänder. Die übrigen Bandzüge dieses Gelenkes wurden erstmals eingehend dargestellt.

6.3. Mit Hilfe von Tuscheinjektion wurden die Gelenkkapseln und -höhlen von acht Vorderextremitäten untersucht. Die Ansatzlinien der Kapseln wurden ausführlich beschrieben.

Am Schultergelenk konnten drei Ausbuchtungen gefunden werden, zwei laterale und eine mediale.

Das Ellbogengelenk besitzt zwei kraniale und einen kaudalen Recessus.

Am Karpalgelenk befinden sich zwei dorsale Aussackungen.

Die Kommunikation zwischen den beiden unteren Etagen des Karpalgelenkes entspricht der des Hundes.

6.4. Der passive Bewegungsumfang wurde nach der von VOLLMER-HAUS/ROOS (1985) modifizierten Methode mit dem Standardgoniometer an zwölf anatomischen Präparaten und zwölf lebenden Katzen gemessen. Sechs davon waren sediert.

Der Bewegungsumfang am lebenden Tier ist deutlich geringer als am Muskelpräparat. Am sedierten Tier ist er etwas größer als am nicht sedierten.

6.5. An fünf Bänderpräparaten wurden Bewegungsversuche durchgeführt.

Die Analyse des Bewegungsvorganges zeigte, daß sich die distalen Gliedmaßenpunkte nicht in einer Ebene bewegen, sondern immer eine Kurve durch den Raum beschreiben.

In den zusammengesetzten Gelenken wird der maximale Bewegungsumfang nur durch ein Zusammenwirken der Einzelgelenke erreicht

Im Karpalgelenk sind keine Drehbewegungen möglich.

6.6. Die Krümmungsverhältnisse der Gelenkkörper wurden an acht frischen Präparaten untersucht.

Es handelt sich mit Ausnahme einiger Gelenkkörper im Karpalgelenk um unregelmäßig geformte Rotationskörper.

Die sich gegenüberstehenden Gelenkflächen sind stets inkongruent.

6. Summary

Functional-anatomical investigations at the joints of the thoracic limb of the cat (*felis catus* s. *silvestris domestica*)

6.1. The investigation of the macerated bones of ten thoracic limbs of adult cats had the following, previous knowledge completing results:

The glenoid cavity of the scapula is not oval, but lateral straight and medial rounded.

The coracoid process is in contrast to the dog's one relative big and really looks like the beak of a raven .

The torsion of the head of the humerus of the cat is 75°.

The articular surface of the trochlea humeri is oblique. Proximal to the trochlea humeri of the cat there is medial the coronoid fossa.

In contrast to the dog's one the olecranon fossa of the cat is not parallel to the long axis of the humerus .

Also the cat's fovea of the head of the radius is oval.

The cat possesses a distinct radial tuberosity.

The trochlear notch of the ulna does not possess a sagittal crest in contrast to the dog's one and was located more laterally.

The carpal articular surface of the radius is not divided in two parts and articulates only with the fused radial and intermediate carpal bones.

The ulnar carpal bone articulates only with the ulna, the fused radial and intermediate carpal bones and the accessory carpal bone. It does not articulate with the radius and the fifth metacarpal bone.

The carpal bones of the distal row are located between the metacarpal bones in such a way, that every carpal bone articulates with two metacarpal bones.

The first metacarpal bone is not isolated like the dog's one, but articulates with the second metacarpal bone.

6.2. The ligament systems of the shoulder, elbow and carpal joints of seven cats were prepared with the following results:

At the shoulder articulation of the cat real ligaments are lacking. Their task is taken by the thickenings of the articular capsule and by the surrounding muscles.

The lateral collateral ligament of the elbow joint is cartilaginous thickened. The annular ligament attaches lateral the humerus.

At the carpal articulation there are not any long collateral ligaments. The other ligaments of this joint were described detailed for the first time.

6.3. By means of the injectoin of indian ink the articular capsules and cavities of eight thoracic limbs were investigated. The lines of attachment of the capsules were described detailed.

At the shoulder articulation there were found three recessus, two lateral ones and one medial one.

The elbow joint possesses two cranial and one caudal recessus.

At the carpal articulation there are two dorsal recessus.

The communication between the two lower parts of the carpal articulation is according to the dog's one.

6.4. The passive mobility was examined by method using the standardized goniometer modified by VOLLMERHAUS/ROOS (1985). 12 anatomical preparations and 12 living cats - 6 of them got a sedative - were tested for that.

The mobility is distinct smaller at the living animal than at the muscle preparation. At the animals getting a sedative the mobility was a little bigger than at the other ones.

6.5. At five ligament-preparations tests of motion were carried out.

The analyse of the motion process shows, that the distal points of the limb don't move in a plain, but describe curves through the room.

At composed articulations the maximum mobility is achieved only, if all the separate articulations act in combination.

At the carpal articulation rotation is impossible.

6.6 The curvatures of the articular surfaces were determined at eight fresh preparations.

Except some articular surfaces of the carpal articulation the curvatures of the surfaces **are** irrregular.

The corresponding articular surfaces are always non-congruent.

7. Literaturverzeichnis

- Aichel, O. (1923) Über die Wirkung der Ligamenta
collateralia nebst Bemerkungen
über die sogenannten Schnapp-
gelenke.
Z. Anat. Entw.-Gesch: 76, 1.
- Albert, A. (1876) Zur Mechanik des Hüftgelenkes.
Med. Jahrb. 2,
zitiert nach R. Fick (1910).
- Barone, R. (1980) Anatomie comparée des mammifères
domestiques, Tome 2.
2^{ieme} edition, Edition Vigot, Paris.
- Bennighoff, A. und
K. Goerttler (1968) Lehrbuch der Anatomie des Menschen,
Bd. 1.
10. Aufl., Urban und Schwarzenberg,
München-Berlin-Wien.
- Blüml, U. (1983) Anatomische und funktionelle Be-
trachtungen zum Sprunggelenk der
Katze (*Felis catus*).
Diss. vet. med., München.
- Böker, H. (1925) Elastische Federungen in den Ex-
tremitäten der Wirbeltiere.
Z. Morph. Anthropol. 23, 1.
- Bradley, O. C. (1959) Topographical Anatomy of the dog.
Oliver and Boyd, Edinburgh.

- Braus, H. und
C. Elze (1954) Lehrbuch der Anatomie des Menschen,
Bd. 1.
3. Aufl., Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- Bruni, A. C. (1925) Über die Schnappgelenke.
Anat. Anz.: 60, 73.
- Brunner, D. (1983) Zur Technik der Gelenkmessung an
den Gliedmaßengelenken des Kalbes.
Diss. vet. med., München.
- Du-Bois-Reymond, R. (1898) Über die sogenannten Wechselgelenke beim Pferde.
Arch. Physiol.: 1898, 264.
- Evans, H. und
E. Christensen (1979) Miller's Anatomy of the dog.
2nd Edition, W. B. Saunders Co.,
Philadelphia-London-Toronto.
- Féher, G. (1958) Beiträge zur Statik und Dynamik
der vorderen Extremität des Pferdes.
Acta vet. Acad. Sci. hung.: 8, 187.
- Fick, A. (1903) Gesammelte Schriften.
Stahel, Würzburg.
- Fick, R. (1910) Handbuch der Anatomie und Mechanik
der Gelenke.
Gustav Fischer, Jena.

- Field, H. E. und
M. E. Taylor (1969) An Atlas of cat anatomy.
2nd Edition, The University of
Chicago Press, Chicago-London.
- Franck, L. (1892) Handbuch der Anatomie der Haustie-
re.
Schickhart und Ebner, Stuttgart.
- Goneya, W. J. (1978) Functional implications of felid
forelimb anatomy.
Acta anat.: 102, 111.
- Grussendorf, H. (1932) Anatomie und Kinematik des Rumpf-
Schulter und Buggelenk vom Rinde.
Diss. vet. med., München.
- Henschel, E. (1973) Funktion und vergleichend anatomi-
sche Bedeutung des Ligamentum ra-
dioulnare der Karnivoren.
Anat. Anz., 133, 445.
- Horvath, I. (1983) Röntgenanatomische Untersuchungen
zur postnatalen Entwicklung des
Vordergliedmaßenskeletts der Haus-
katze.
Diss. vet. med., München.
- Hughes, H. V. und
J. W. Drawsfield (1953) Fadyman's Osteology and Arthrology.
Oliver and Boyd, Edinburgh.

- Kadletz, M. (1935) Gliedmaßenstellung bei Gangarten
des Pferdes.
Sitzungsber. Ges. Morph., München,
44, 39.
- Klug-Simon, C., J. Dimigen,
H. Wissdorf und H. Wilkens
(1970) Injektionsmöglichkeiten am Schul-
tergelenk des Hausschweins.
Dtsch. Tierärztl. Wschr., 77, 603.
- Knese, K. H. (1950) Die Bewegungen auf einer Führungs-
fläche als Grundlage der Gelenkbe-
wegungen, dargestellt am Schulterge-
lenk.
Z. Anat. Entw.-Gesch.: 115, 115.
- Knese, K. H. (1950) Kinematik der Gliedbewegungen, dar-
gestellt an Hüft und Ellbogengelenk.
Z. Anat. Entw.-Gesch.: 115, 162.
- Koch, T. (1960) Lehrbuch der Veterinäranatomie.
Gustav Fischer, Jena.
- Kolwe, E. (1920) Über Pronation und Supination bei
der Katze.
Diss. vet. med., Berlin.
- Leach, W. J. (1952) Functional anatomy of the mammal.
McGraw Book Co. Inc., New York-
Toronto-London.
- Leyhausen, P. (1973) Verhaltensstudien an Katzen.
Paul Parey, Berlin-Hamburg.

- Martin, P. (1912) Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.
2. Aufl., Schikhart und Ebner,
Stuttgart.
- McClure, R. C., M. J. Cat Anatomy.
Dallman und Ph. D. Garrett Lea and Febiger, Philadelphia.
(1973)
- Müller, C. (1896) in: Ellenberger/Müller, Anatomie
der Haustiere.
8. Aufl., August Hirschwald, Berlin.
- Muybridge, E. (1902) Animals in Motion.
Chapman and Hall, London.
- Nickel, R., A. Schummer Lehrbuch der Anatomie der Haustiere,
und E. Seiferle (1984) Bd. 1.
5. Aufl., Paul Parey, Berlin-Hamburg.
- Palmgren, H. C. (1928) Zur Kenntnis der sogenannten Schnapp-
gelenke.
Z. Anat. Entw.-Gesch.: 88, 710.
- Prezioso, L. (1923) Il fenomeno dello scatto nell' arti-
colazione del gomito degli equini.
Nuovo Ercol. 28, 17, Ref. Anat. Ber.
2, 220 (1924/25).
- Rauscher, T. (1986) Metrische Untersuchungen an den Ge-
lenken und Muskeln der Schulter-
gliedmaße bei zwei Hunderassen- ein
Vergleich zwischen Dackel (Teckel,
Dachshund) und deutschem Schäfer-
hund.
Diss. vet. med., München.

- Remiger, R. J. (1953) Die Verbindungen der Skeletteile,
insbesondere im Bereich der Wirbel-
säule und der Gliedmaßen. Eine bio-
logisch funktionelle Studie.
Diss. vet, med., München.
- Rohen, J. W. (1977) Funktionelle Anatomie des Menschen.
3. Aufl., F. K. Schattauer, Stutt-
gart-New York.
- Russe, O. A. , J. J. Ger- Taschenbuch der Gelenkmessung mit
hardt und O. J. Russe Darstellung der Neutral-Null-Methode
(1982) und SFRT-Notierung.
2. Aufl., Huber, Bern-Stuttgart-Wien.
- Schaeffer, H. (1932) Die Ossifikationsvorgänge im Glied-
maßenskelett der Hauskatze.
Morph. Jahrb., 70 heft 3/4.
- Schebitz, H. und Atlas der Röntgenanatomie von Hund
H. Wilkens (1977) und Katze.
Paul Parey, Berlin.
- Schraml, O. (1931) Untersuchung am Karpalgelenk des
Rindes.
Diss. vet. med., München.
- Strasser, H. (1908) Lehrbuch der Muskel und Gelenk-
mechanik, Bd. 1.
Julius Springer, Berlin.

- Stoss, A. O. (1923) Anatomie und Kinematik der Gelenke
der Pferdeextremitäten.
Hab.-Schr. 1920.
Z. Anat. Entw.-Gesch.: 69, 5.
- Süppel, R. (1921) Bänder des Schulter-, Ellbogen-, und
Karpalgelenk des Hundes.
Diss. vet. med., Leipzig.
- Taylor, J. A. (1959) Regional and applied anatomy of
the domestic animals.
Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Taylor, W. und
R. Weber (1965) Functional Mammalian Anatomy (With
special reference to the cat).
D. van Nostrand Co., Inc., Princeton,
New Jersey.
- Tittel, K. (1981) Beschreibende und funktionelle Ana-
tomie des Menschen.
9. Aufl., Gustav Fischer, Stuttgart.
- Ulmer, M. J., R. E. Haupt
und E. A. Hicks (1971) Anatomy of the cat.
Harper and Row, New York-Evanston-
San Francisco-london.
- Vau, E. (1933) Über die Größenausdehnung des Pro-
cessus coracoideus bei equus, bos,
ovis, canis, felis.
Estn. Tierärztl. Rundsch. 9, Heft 5/6

- Vollmerhaus, B. und
H. Roos (1980) Die postnatale Modellierung der
Unterarmknochen des Hundes im Zuge
funktioneller Anpassung.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 93,
150.
- Vollmerhaus, B., H. Schebitz,
H. Roos, L. Brunnberg, J.
Klawitter-Pommer und H.
Waibl (1981) Zur Anatomie der Fugenknorpel lan-
ger Röhrenknochen des Hundes.
1. Mitteilung: Einleitung und Fugen-
knorpel des Humerus.
Kleintierpraxis 26, 75.
- Vollmerhaus, B., H. Schebitz,
H. Roos, L. Brunnberg und
H. Waibl (1981) Zur Anatomie der Fugenknorpel lan-
ger Röhrenknochen des Hundes.
2. Mitteilung: Fugenknorpel des Ra-
dius und der Ulna.
Kleintierpraxis 26, 81.
- Vollmerhaus, B., H. Schebitz,
H. Roos, L. Brunnberg und
H. Waibl (1983) Anatomische Grundlagen und funktio-
nelle Betrachtungen zur Olekranon-
fraktur beim Hund.
Kleintierpraxis 28, 5.
- Vollmerhaus, B. und
H. Roos (1985) Anwendung des Standard-Goniometers
zur Gelenkmessung und Notierung der
Gelenkbewegung beim Tier.
Tierärztl. Praxis, Supplement 1.
- Wissdorf, H. (1965) Das Ellbogengelenk- Articulatio
cubiti- des Schweines. Grundlagen
für die Gelenkinjektion.
Dtsch. Tierärztl. Wschr., 72, 569.

- Wissdorf, H. und
K. Neurand (1966) Das Karpalgelenk des Schweines
Grundlagen für die Gelenkinjektion.
Dtsch. Tierärztl. Wschr., 73, 401.
- Yalden, D. W. (1970) The functional morphology of the
carpal bones in carnivores.
Acta anat.: 77, 481.
- Zietzschmann, O. (1943) in: Ellenberger/Baum, Handbuch der
vergleichenden Anatomie der Haus-
tiere.
18. Aufl., Springer, Berlin.
- Zimmermann, A. (1910) Über die Ellbogengelenkflächen der
Haussäugetiere.
Österr. Wschr. Tierheilk., 36, 259
Ref. Anat. Anz., 37, 536.
- Zniniewicz, V. (1908) Beiträge zur Anatomie und Mechanik
des Schultergelenkes beim Pferd und
Rind.
Diss. vet. med., Bern.

DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. B. Vollmerhaus sei für die Überlassung des Themas und die jederzeit großzügige Unterstützung meiner Arbeit recht herzlich gedankt.

Weiterhin danke ich Frau Dr. H. Roos, die mich als Doktorand einführte und betreute, für ihr stets geduldiges Entgegenkommen.

In meinen Dank einschließen möchte ich alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts für Tieranatomie. Die hilfsbereite und freundliche Atmosphäre half viele Schwierigkeiten zu überwinden. Besonders wertvoll erwies sich die Hilfe von Herrn Dr. U. Blüml, der mich mit der Methodik zur Ermittlung von Krümmungsverhältnissen vertraut machte.

LEBENS LAUF

Am 2. 6. 1954 wurde ich, Sylva Maria Brugger, als Tochter von Richard und Inge Brugger, geb. Ritzau, in München geboren.

Von 1961 bis 1965 besuchte ich die Grundschule in Starnberg. 1965 trat ich an das neusprachliche Gymnasium in Starnberg über. 1970 wechselte ich an das Gymnasium des Landschulheims Stein an der Traun. Im Schuljahr 1973/74 besuchte ich die Privatschule Dr. Greite in Feldafing am Starnberger See. Das Abitur legte ich als Privatschüler am Werdenfels-Gymnasium in Garmisch-Partenkirchen ab, wo mir am 22. 6. 1964 das Zeugnis der allgemeinen Hochschulreife ausgestellt wurde.

Von 1974 bis 1975 besuchte ich die Blocherer Schule für graphisches Zeichnen in München. Im Wintersemester 1975/76 begann ich mit dem Studium an der Ludwig Maximilians Universität in München. Zunächst besuchte ich Vorlesungen und Übungen in den Fächern Geologie, Mineralogie und Mathematik.

Im Wintersemester 1977/78 nahm ich das Studium der Tiermedizin auf. Den letzten Abschnitt der tierärztlichen Prüfung legte ich am 10. 11. 1983 mit Erfolg ab. Die Approbation als Tierarzt erhielt ich am 9. 2. 1984.

